

No. 20

Dec. 1960

BULLETIN
OF THE
TOHOKU NATIONAL AGRICULTURAL
EXPERIMENT STATION
MORIOKA, JAPAN

東北農業試験場研究報告

第 2 0 号

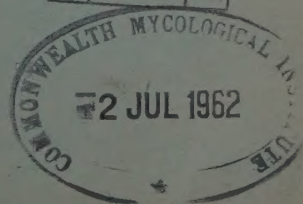
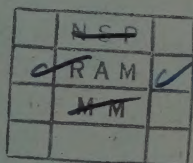
昭和 3 5 年 1 2 月

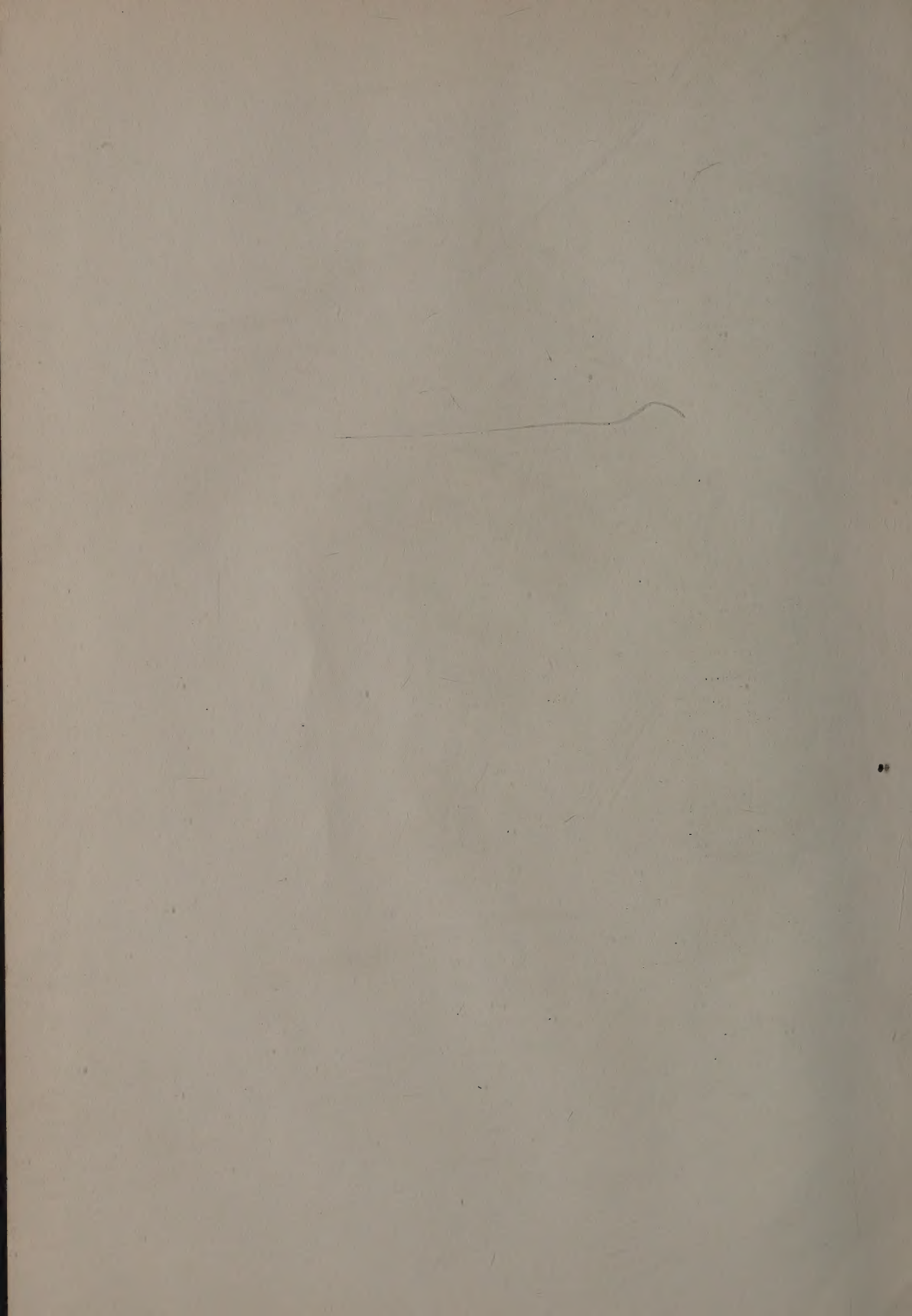
東北農試
研究報告

*Bull. Tohoku
Agr. Expt. Sta.*

農 林 省 東 北 農 業 試 験 場

(岩手県盛岡市)





東北農業試験場研究報告第20号

要 旨

粉・粒状肥料の特性と施肥機改良との関連性に関する研究

第1報. 施肥作業機械化の意義並びに
実験研究課題

涌 井 学

粉・粒状肥料の特性を系統的に研究し、施肥機改良の方向を明らかにしようとした。ここに報じた第1部は背景の研究であって、まず主として調査研究により、肥料の消費構造及び施用作業の実態を農業経営・作物生産及び農作業との関連で解析し、施肥作業機械化の栽培技術的・作業技術的並びに経営的意義を明らかにし、施肥作業機械化は作業精度向上、特に施用位置の適確化を主目標とすべきことを示した。次に、数種施肥機の運転実験を行い、施肥機の機能向上には肥料の槽内流動が排出部の作用に従順に追従することが最重要であることを明らかにし、流動及び放出性向上のために解明すべき肥料の静的・動的特性に関する実験研究課題を摘出・整理した。

てん菜の栽培期間決定に関する 農業気象学的研究

第1報. 播種期決定の方法について

伊 達 了

昭和34年度(1959)に当場栽培第二部作物第一研究室の実施した「てん菜の播種期と生育相に関する試験」について農業気象学的解析を試み、第5葉期及び第45葉期に到達するには播種期の早晚にかかわらずそれぞれ一定の積算気温を示すことを明らかにし、第45葉期(積算気温1900°C)と気温推移の時期との関連及び生育期間の積算気温を指標とし、理論的に播種期を推定する方法を提示し、厨川での昭和34年の場合には、適期播種期の限界はV/1、春まき播種期の限界はV/28、また夏まき播種期の限界はVI/9であることなどを指摘した。

1952~'58年に発生した小麦赤錆 病菌の生態型について

山田昌雄・高橋幸吉・高橋広治

7年間に全国から集めた小麦赤錆病菌の夏孢子材料につきCHESTERの"race group"を同定し、主要なものから1・21・6・37・9・5・45・17・2・73及び109の11"race group"を分離した。1は関東以南に、21・6及び5は北日本に優勢に分布し、37と9は全国的に散発している。他の生態型は発生が少く現在では重要でない。子苗接種試験の結果、日本の小麦品種は赤錆病抵抗性から7群に分けられ、菌もそれらに対する病原性から1は三分され、5・6・9・21及び37はそれぞれ二分された。それらのすべてに病原性の段階をつける事は病原性の逆転のためにできないが、実用的には主要生態型中1Aと1Bが弱、9と37が中、5・6及び21は強である。わが国の生態型分布には「北が強く南が弱い」明瞭な地域性がある。標準判別品種中、Carina・Brevit及びHussarの反応は不安定で、これらを除くCHESTERの提案に一致した。各"biotype"はわが国の主要品種に対する病原性を異にするので、これらを判別するためII~VII品種群の代表として農林55・31号・あおばこむぎ・農林62号・赤錆不知1号及びエクリップスを選び標準5品種に加えて生態型を判別するのが、わが国の実情に適している。また生態型分布を支配する要因ならびに抵抗性品種育成の目標について論じた。

稲熱病の感染抵抗に関する研究

第2報. 葉イモチ病斑数の多少並びに
偏在性とその品種間差異

進藤敬助・小林尚志・鍍谷大節

内外種10品種を用い幼苗時に接種をすると明らかに病斑数に品種間差異があり、この差異は年次・施肥量を変えても比較的安定して保持されている。病斑数に品種間差異を生ずる原因を究明するため、各品種の葉身上の病斑分布状況を比較すると、病斑数多少の品種間差異とは無関係に同一傾向であり、葉位によって病斑の偏在箇所

の異なることがわかった。葉位によって病斑数の偏在個所が異なるのは、葉身の角度・彎曲の度合が葉位によって異なり、このため葉上水滴の安定する場所の異なることに起因すると推察されたので葉身を水平に保持して接種したが、病斑数は葉身先端部に多く基部に少なく、葉身部位によって感染抵抗性は均一でないことを知った。以上のことから病斑数の比較には特定葉位の中央分画上の病斑数を比較することが適当であると考えられる。

りんごの印度品種にあらわれる “Chlorosis”に関する研究

第1報. 症状の発生と無機養分 との関係について

巢山太郎・山崎利彦・阿部 勇

この研究で問題とした“chlorosis”は、経済品種では印度に限ってあらわれる特異な症状で、研究者によって問題とされたのは1950年頃からと思われるが詳細は明らかでない。現在ではりんごの主な生産地でみられ、今まではその原因が明らかにされていなかった。

この研究では、この症状は種々の発生環境から考えて生理的障害であるとみなし、その立場から発生の原因を究明したものである。

葉の分析結果によれば病状葉は健全葉に比較してN・Ca・Mg・K及びPなどの無機要素が低く、特にN・Ca及びMgはいちぶるしく低いことがわかった。しかし、土壤施用・散布などの処理によってMg・Ca及びKなどの葉内含量を高めてもこの病状の治癒には役立たなかった。またFe・Mnなどの散布も効果は認められなかった。その反面、Nと症状の間には密接な関係が認められ、生育初期にNが不足するとこの症状が生じ、生育後期にNを施してもその後生育した葉は正常であったが、すでに現われた症状は治癒されなかった。

蔬菜の越冬性に関する研究

Ⅱ. 漬菜品種の耐雪性

佐々木正三郎・大和田常晴

寒冷積雪地帯の春期の緑葉菜として重要視される漬菜につき、品種間による越冬性の差異から漬菜の主要品種をⅢ群に群別すると共に、越冬菜としての利用価値を明らかにした。

更に、漬菜品種の生理的機構と越冬性との関係を究明

するの適切と思われる呼吸量・乾物率及び含糖量の測定を行ったが、越冬前の含糖量が高い品種ほど越冬力が高く、含糖量の判定に用いた“total soluble solid%”と越冬率との間には高い相関が認められた。

漬菜の含糖量を人為的に増減した場合、漬菜の越冬率にどのような影響をもたらすものかを検討するため、越冬前にMH散布・採取及び剪葉の処理を行ったが、越冬力の低い品種であっても、MH散布及び採取処理を行い“total soluble solid %”の増加を図ることにより、越冬率を著しく向上させることが出来た。

いちご加工用新品種「ふじさき」 の育成経過とその特性

佐々木正三郎・佐藤 忠弘
中川 春一・前田 正

東北地方に適する青果並びに加工用品種の育成を目的として、昭和22～23の2カ年間に5品種間に15組合せの交配を行ない、そのうちドルセットとエッターズブルグの組合せから育成したいちご東北2号の有望性が確認され、昭和35年4月、いちご農林7号に登録され、ふじさきと命名された。草勢はきわめて旺盛で、小葉(leaflet)が大きく、葉色は濃緑色、草型はやや立性でランナーの発生が多い。果実はネック型の中粒種で果色は濃紅色で肉質は緊り、空洞はなく酸味に富み、蒂とりはきわめてよいで果実の加工の形質が高い。収量は永年式栽培で、10a当り4カ年平均では1,720kg、芝作り式栽培では10a当り2カ年平均で1,320kgである。ジャム用には、ゼリー化のていど・果粒の大きさ及び色上りなどは良好で加工性が高い。適応地帯は、北海道・東北地方及びその他の寒冷地帯などであるが、ランナーの発生がきわめて旺盛であるから、肥沃地では永年式栽培に適し、開拓地などのやせ地では芝作り式栽培に適する。

甘藍東北1号・同2号の 育成経過並びに特性

中川春一・佐藤勇・上村昭二・逸見俊五

南部種の品質改良の交配親を育成するため、南部の在来種に対し、系統分離育種法によって系統を育成してきたが、1953年自殖第3代で育成した有望な2系統に対して、それぞれ甘藍東北1号・同2号の系統名をつけて関係県の地方的適性を検定した結果、青森・岩手・秋田の3県では、春・夏播栽培様式でそれぞれよい成績を示

し、また、これらの系統は夏播種雪中栽培に適應する特異性があり、従来の南部種に比較して優れた点が多い。東北1号は早生種で、葉は濃綠色で、結球の緊度はよく、球形は腰高の扁円で品質はよく、貯蔵・輸送性がある。同2号は中早生種で、葉は綠色で品質・球の緊りと

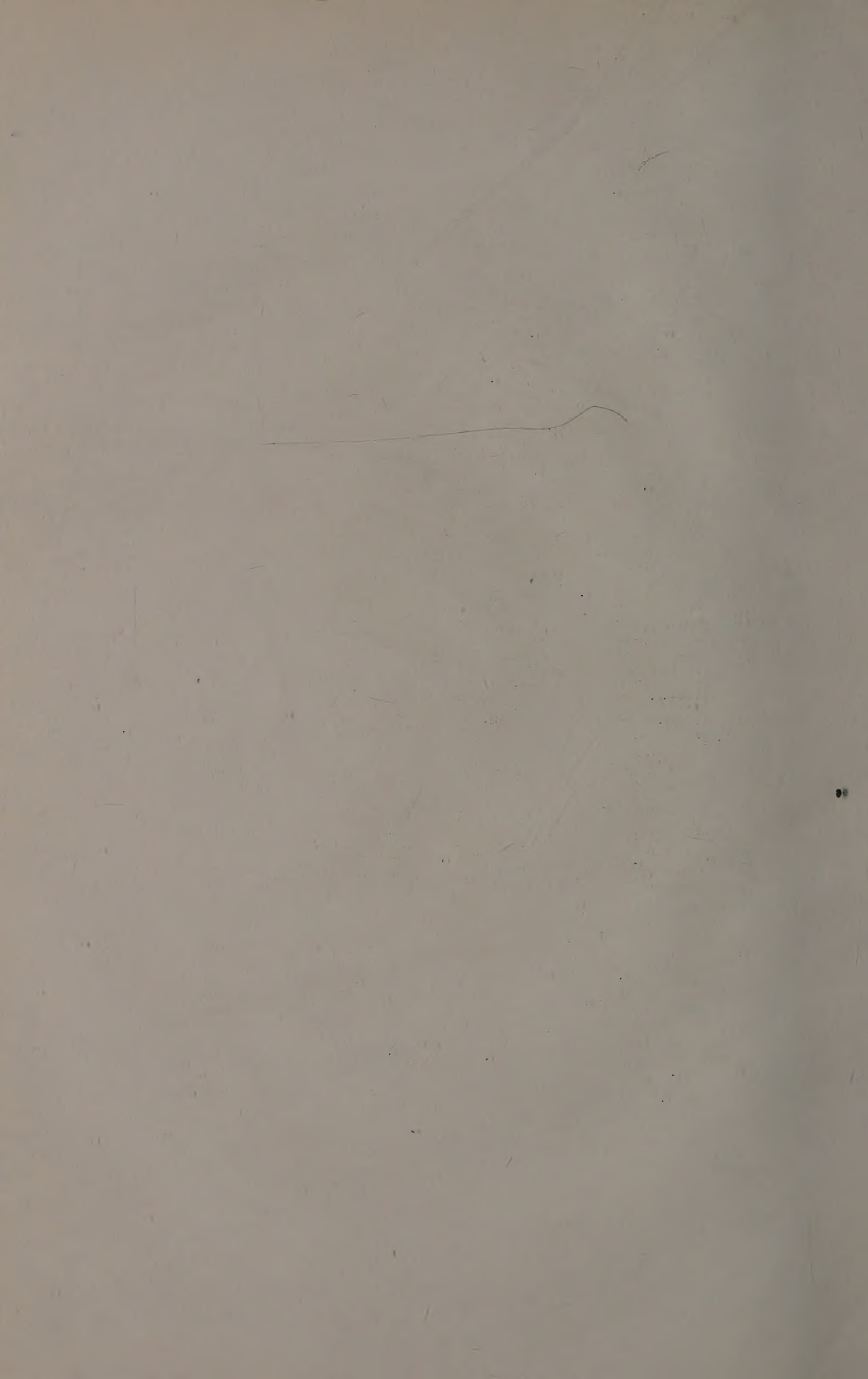
もよく、球重は東北1号よりやや重く、多収性で貯蔵・輸送性がある。適地は、現在南部種が栽培されている東北北部の寒冷地帯であるが、その栽培では、とくに春・夏播栽培様式並びに積雪地帯の雪中栽培に適する。

東北農業試験場研究報告第20号正誤表

Errata of Bull. Tohoku Nat. Agr. Expt. Sta., No.20, 1960

頁 page	行 line	誤 error	正 correct
1	右下から10行目 tenth line from the right foot	県農試	農 試
2	左上から10行目 傍注 side note on the tenth line from the left top	85) ~91)	85) ~90)
4	第1—3表 Table 1—3	ユーゴスラヴィア	ユーゴスラビヤ
"	"	オーストリア	オーストリア
"	"	オーストラリア	オーストラリヤ
5	左上から15行目 fifteenth line from the left top	見よう、まず	見よう、まず
6	右下から2行目 second line from the right foot	これらのことも	これらのことに
9	左下から7行目 seventh line from the left foot	R.M.R. よりも高い	R.M.R. もより高い
11	第1—14表中の上から10行目 tenth line from the top in Table 1—14	△×△△○	○△×△△
"	第1—14表の脚注 foot note of the Table 1—14	第1—22表	第1—11表
"	右上から3行目 third line from the right top	集約すれば	集約化すれば
14	第2—1表中の上から3行目 third line from the top in Table 2—1	Gramular Lime	Granular Lime
"	同表中の上から7行目 seventh line from the top in Table 2—1	☐	☑
15	右下から3行目 third line from the right foot	K, K,	K. K.
16	第3—3表の下から1行目 first line from the foot in Table 3—3	0.38~2.28mm/S	0.38~2.28mm/s
17	右上から1行目 first line from the right top	排出部作用面	排出部作用面積
"	右下から21行目 twenty first line from the right foot	イ、の両方	イの両方
18	左下から4行目 forth line from the left foot	(第2報、第12章参照)	(第12章参照)
19	左上から5行目 fifth line from the left top	(第3—2図) . ㊤特に	(第3—2図㊤) 特に
"	第3—6表 Fig. 3—6	中央部 (流動部) 周辺部 (停滞部)	中央部※ (流動部) 周辺部※※ (停滞部)
21	左下から2行目 second line from the left foot	加等では	塩加等では

頁 page	行 line	誤 error	正 correct
"	第3—7表中の粒過石の項の上から15行目 fifteenth line from the top of the column for granular superphosphate in Table 3—7	2.06	3.06
22	左上から14行目 fourteenth line from the left top	これで直ぐに	これだけで直ちに
26	第3—8表 Table 3—8	返 転	反 転
30	8行目の末尾 finis of the eighth line from the top	superphosphate	superphosphate,
"	下から8行目 eighth line from the foot	tnrough	through
"	下から1行目 first line from the foot	hopper flew	hopper flow
32	英文標題 Title	suger	sugar
35	第4図横軸 transverse axis in Fig. 4	leave	leaves
37	左上から11行目 eleventh line from the left top	主 育	生 育
41	上から1・2及び5行目 first, second and fifth line from the top	suger	sugar
"	英文摘要 Résumé	June 10	June 9
"	同 上 do	June 25	June 23
78	英文表題 Title	varity	variety
84	第8表 Table 8	Suppling	supplying
"	同 上 do	appearence	appearance
85	第9表 Table 9	suppling	supplying
"	同 上 do	appearence	appearance
87	右下から10行目 tenth line from the right foot	沖積層や、	沖積層でやや
109		甘蓋東北1号	甘藍東北1号
"		甘蓋東北2号	甘藍東北2号



目 次

粉・粒状肥料の特性と施肥機改良との関連性に関する研究

第1報. 施肥作業機械化の意義並びに実験研究課題 涌 井 学 1

てん菜の栽培期間決定に関する農業気象学的研究

第1報. 播種期決定の方法について 伊 達 了 32

山 田 昌 雄

1952〜'58年に発生した小麦赤銹病菌の生態型について

高 橋 幸 吉

高 橋 広 治 42

稲熟病の感染抵抗に関する研究

進 藤 敬 助

第2報. 葉イモチ病斑数の多少並びに偏在性とその品種間差異 小 林 尚 志 70

鏝 谷 大 節

りんごの印度品種にあらわれる“Chlorosis”に関する研究

巢 山 太 郎

第1報. 症状の発生と無機養分との関係について 山 崎 利 彦 78

阿 部 勇

蔬菜の越冬性に関する研究

II. 漬菜品種の耐雪性 佐々木 正三郎 87

大和田 常 晴

佐々木 正三郎

いちご加工用新品種「ふじさき」の育成経過とその特性 佐 藤 忠 弘 96

中 川 春 一

前 田 正

中 川 春 一

甘藍東北1号・同2号の育成経過並びに特性 佐 藤 勇 103

上 村 昭 二

逸 見 俊 五

CONTENTS

WAKUI, M. : Studies on the relations between the characteristics of powdered and granularized fertilizers and the improvement of fertilizer distributors	
1. On the significance of mechanization of fertilizer application and experimenral problems.....	1
DATE, S. : Agro-meteorological study on the determination of a cultivation period of sugar beet	
1. on a determination method for the sowing date	32
YAMADA, M., TAKAHASHI, K. and TAKAHASHI, H. : On the physiologic races of wheat leaf rust, <i>Puccinia recondita tritici</i> , in Japan in 1952~'58	42
SHINDÔ, K., KOBAYASHI, T., and ABUMIYA, H. : Studies on the resistance of rice plant. for the infection of blast fungus	Too old
2. On the varietal diffetences in the number of lesions and their maldistribution	70
SUYAMA, T., YAMAZAKI, T. and ABE, I. : Investigation relating to characteristic chlorosis occured in Indo variety of apple	
1. Some relations between chlorosis and mineral nutrition	78
SASAKI, S. and ÔWADA, T. : Studies on the overwintering of vegetables	
2. Varietal differences in the snow resistance of Chinese mustard (<i>Brassica</i> SPP.)	87
SASAKI, S., SATÔ, T., NAKAGAWA, H and MAEDA, T. : The new canning strawberry variety "Fujisaki"	96
NAKAGAWA, H., SATÔ, I., KAMIMURA, S. and HENMI, S. : The new cabbage varieties, Tōhoku No. 1 and Tōhoku No.2.....	103

粉・粒状肥料の特性と施肥機改良との 関連性に関する研究

第1報. 施肥作業機械化の意義並びに実験研究課題

涌 井 学

Studies on the relations between the characteristics of
powdered and granularized fertilizers and the
improvement of fertilizer distributors

1. On the significance of mechanization of fertilizer
application and experimental problems

Manabu WAKUI

目 次

序 説

第1部 施肥作業機械化の意義並びに実験研究課題

第1章 施肥作業の実態とその機械化の意義

第1・1節 多肥農業の実態

第1・2節 農作業と施肥

第1・3節 施肥作業機械化の意義

第2章 実験研究対象の限定

第2・1節 供試肥料の選定

第2・2節 施肥機の改良目標と施用方式の限定

第3章 実験研究課題の探索

第3・1節 実験方法

第3・2節 定性的に見た流動態様

第3・3節 流動排出の量的関係

第3・4節 研究課題の所在

序 説

わが国の農作業機械化は大正中期から昭和初期にかけて揚水及び脱穀調製過程に始まり、その後耕耘・整地を経て現在育成・管理過程に及びつつあり、揚水・防除等を除けば、いわば有機度⁹²⁾の低い作業からその高い作業へ漸次進んでいる。もともと、わが国の農業は長期にわたって資本を固定する生産手段の整備が遅れ、短期に資本を回収し得る肥料と労働力の投入に主として支えられてきたにもかかわらず、生産手段の大宗である肥料の施用がほとんど機械化されていないことは一見奇異に思われる。これには種々の理由があろうが、施肥作業の有

機度の高さも大きな理由の一つであろう。施肥作業は生産基盤としての耕地の化学的処理であり、本来、耕耘等の物理的処理作業と相伴って機械化されるべきであると考えられる。

欧米では、施肥作業機械化はすでに相当進んでおり²⁾ 5)、6)、23)、79)、80)、これについての研究も多い。とりわけ米国では、農業工学と栽培学関係者の連合研究委員会が組織され、肥料及び農業機械製造業界の協力を得て、施肥機械化の協同研究が行われている⁹⁾。また、液体²⁾ 96)、気体²⁾、11)、26) 肥料の実用化も機械施肥促進の一要因と見られる。

わが国でも施肥機の発明考案は決して少なくない⁸⁾、⁶³⁾ が、大部分は人力用であり、それさえもほとんど実用化されていない。本格的な研究は最近緒についたばかりであり、粉・粒状肥料施用機については新潟⁶⁸⁾~70)、兵庫⁶³⁾・山口⁸⁴⁾各県農試で人力用機が、また、北海道⁷⁵⁾76)、関東々山³⁹⁾、46)~48)、75)、76)、宮城⁶⁰⁾・山形¹³²⁾及び岡山¹²⁾~15)、17)、97)等の県農試・研究所で畜力・動力用機がそれぞれ研究されているが、多くは試作的研究の段階にある⁴⁶⁾。また、アンモニヤ水の機械施用について、三井等⁵⁸⁾・兵庫県農試³³⁾、63)では水田を対象として、北海道大学³⁷⁾、121)では畑を対象として、それぞれ機械試作及び施用法の研究が行われたが、液肥の生産・供給組織未確立等のために実用化に到っていない。なお、駆動型小型トラクター・用家畜尿散布機の試作研究が岡山県農試で行われている¹²⁾。以上の研究の多くは機械自体の考案・改良についてのものであって、対象である肥料の特性を機

械施用の視点から基礎的に究明したものは、わが国では少数の断片的事例^{105), 117)}を見るだけであり、諸外国でも甚だ乏しい。ただし、範囲を粉・粒体一般に広げれば、その物理的特性についての既存の研究は決して少なくはない。農業機械学関係では耕耘の対象である土壌¹¹⁶⁾及び調製加工の対象である穀粒^{64), 65), 99)~104)}についての基礎的研究があり、農産製造学関係では穀粉・乳製品についてのレオロジカルな研究³⁾も進んでいる。理工学方面では、物理学^{113), 114)}・工業化学^{189)~21), 85)~91), 134)}・冶金学⁵⁰⁾・燃焼学⁵⁴⁾及び建築学¹¹⁵⁾等の各分野で砂・化学薬品・金属粉及び石炭等を対象とする研究が行われ、特に工業化学関係では、粉碎・分散・混合・輸送・焼結及び流動層反応等が盛んに研究され、今これらの諸問題を総合した“粉体科学”の体系化が期待されている^{25), 82), 122)}。しかし、粉体科学または粉体工学の扱う範囲は、分子間力や原子間力で律せられるほどには微小でない⁵⁵⁾が、マクロの力学系の対象よりは遙かに小さく、DALLAVALLE⁷⁾によれば $10^5\sim10^{-1}\mu$ の粉体であるから、一般の肥料より粒度が細かい。一方、穀粒は概して肥料より粒度が粗いのみならず通常は凝集性を無視し得る場合が多く¹⁰⁴⁾、肥料とはかなり性状が異なる。また、土質力学の対象である土壌は粒度では肥料に近いが、肥料よりもかなり高い含水状態で扱われる。従って、以上の各種粉・粒体についての既存の知見だけでは肥料の特性を解明することは困難であり、機械施用上から見た粉・粒状肥料の特性はほとんど未知の領域であるといつてよい。

著者はこの研究の実施に当り、まず調査研究によりわが国の農業での施肥作業機械化の意義・目標を明確化し、既存施肥機の比較実験により施肥機改良上から見た肥料の特性解明に要する実験課題を抽出した。この背景に立って、粉・粒状肥料の基礎的物理性、変形・流動特性を解析し、その結果に基いて槽内流動現象及び放出現象とそれらの規制要因を明らかにし、施肥機の具体的改良方向を示した。

この研究の大部分は農林省東北農業試験場で行われたものであるが、東京農工大学農学部及び広島県農業試験場で行われた部分もある。研究開始以来長期間にわたり指導を賜った東京大学教授庄司英信博士・同三井進午博士及び東北農業試験場岩崎勝直場長に謹しんで感謝の意を表する。この間、岩手大学助教徳永光一・石川武男及び長崎明の三氏は実験設備及び参考文献の利用に特別の便宜を与えられた。実験の施行は東北農業試験場菊池宏彰技官の援助に負うところが大きい。また、写真撮影

と図表浄書とは同場月館鉄夫技官・山口忠雄助手及び森山正子嬢の特技による。これらの各位に心から謝意を表する。なお、この他各種の調査・実験に助力された諸氏に対しては、関係の部分に特記してその労を謝したい。

この論文は6部21章から成るが、今回は第1部だけを報告する。

第1部 施肥作業機械化の意義並びに実験研究課題

第1章 施肥作業の実態及びその機械化の意義

ここでは、統計資料及び著者の調査研究^{124), 125), 127)}に基き、農業生産性向上に対する施肥作業機械化の意義を明らかにする。調査研究に協力された各位、特に東北6県の農機具畜力利用専門技術員及び農試農機具主任者各位に謝意を表する。

第1・1節 多肥農業の実態

1. 国民経済的に見た肥料消費の実態

(1). 歴史の変遷

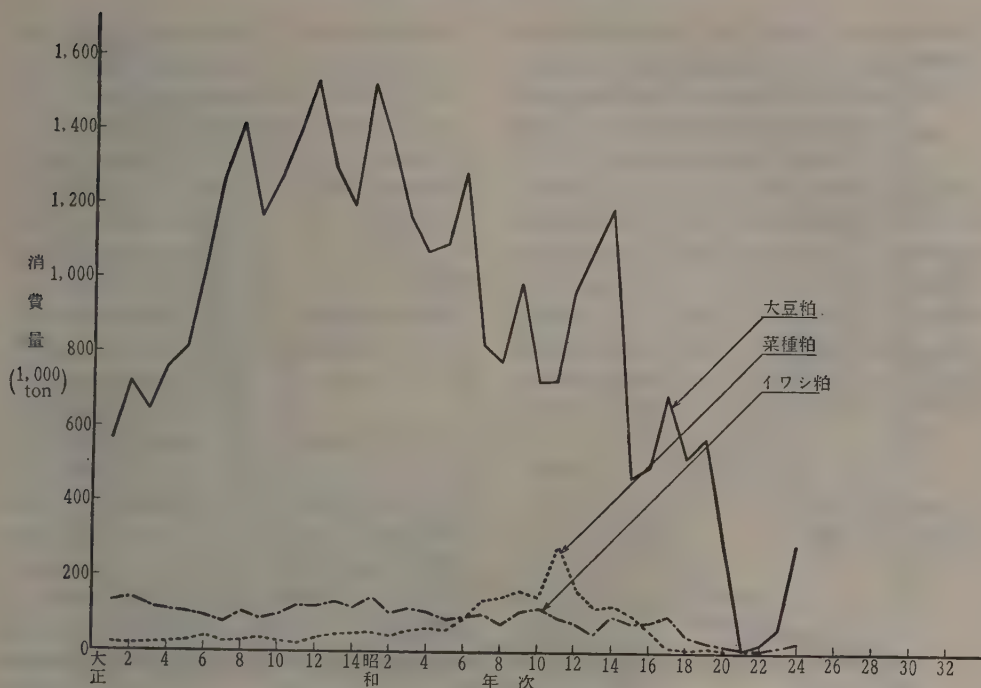
明治以降の水稻生産力の著増は土地改良を基盤とし、品種改良・施肥改善及び農機具改良の3支柱によるといわれる⁷¹⁾。しかも、品種は耐肥・耐病を主目標に改良され、短床犁改良も深耕による肥料収容力増強と関連して行われたから、最大の柱は施肥改善にあったとい得よう。技術発展のこのような性格は、水稻以外の諸作物の栽培技術でもほぼ同様に認められる。

わが国の農業の肥料消費量は逐年増加しているが、特に第二次大戦後(以下戦後と略す)は著増している。この傾向は、総消費量のみならず、単位面積当たり消費量でも同様である。一般的消費増大の流れの中で消費構造に次のような変遷がある^{42)~44), 51)}。第一は、自給肥料の比重の低下と購入肥料の地位向上である(第1—1表)。しかも、購入肥料中有機質肥料の消費は昭和初期を頂点として以後減少し、近年は農林統計からその影を消して

第1—1表. 戦前・戦後の購入肥料の比重の変化
(純成分, 単位:1,000 t)

		昭和11~13年平均				昭和30年			
		窒素	磷酸	加里	計	窒素	磷酸	加里	計
自給 計	給入	376	154	311	841	550	208	427	1,185
		374	325	125	824	567	368	395	1,330
		750	479	436	1,655	1,117	576	822	2,515
購入率(%)		49.9	67.8	28.7	49.5	50.8	63.9	48.1	52.9

注: 購入肥料は農林省肥料課資料, 自給肥料は農産年報による。



第1-1・1図 年次別有機質肥料消費量
(農林省統計表により作図)

いる(第1-1・1図)。一方、無機質肥料の消費は戦後急増している(第1-1・2図)。すなわち、消費構造変遷の第二の特徴は無機化の進行である。第三の特徴は無機質肥料自体の消費構造の変化であって、戦前の大宗であった硫酸アンモニア・過磷酸石灰等が停滞・減退し、代って尿素・熔成磷肥及び化成肥料等の新肥料が急速に擡頭しつつある(第1-2表)。特に化成肥料の伸びは著しく、1957年現在農林省登録国産肥料7,740種中、9割近くを占めている⁷⁴⁾。新旧交替のうち、尿素・熔成磷肥等の増加は無硫酸根肥料の有利性による⁶¹⁾。また、化成肥料は簡便な使用性が農家に迎えられたものと思われ、特に西日本のように兼業化の進んだ地方のしかも下層農に急速に導入されている⁵⁹⁾。肥料製造業界でも価格が政治的に抑制されず企業利潤の大きいこれらの新肥料の増産につとめたことも、新肥料急増の一因であろう。

(2) 地理的比較

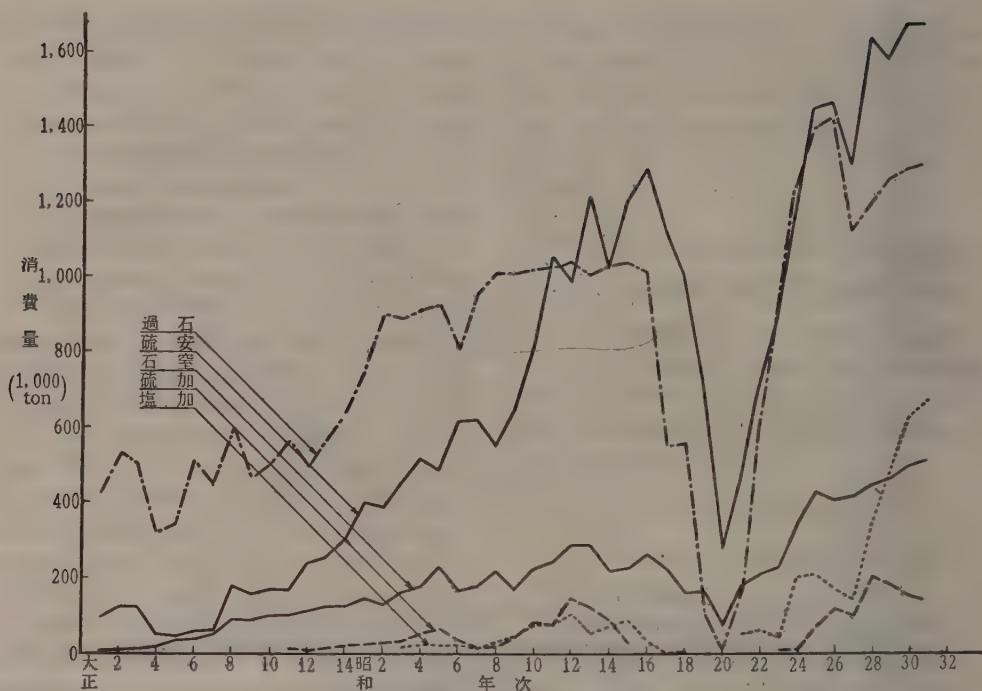
以上の消費の実態を諸外国と比べると(第1-3表)^{16), 31), 38)}、気象・土壌・栽培及び肥料生産等の諸条件の関係から、三要素別にはわが国より単位面積当り消費量の多い国もあるが、通観すれば、わが国が世界有数の多肥農業国であることは明らかである。昭和31肥料年

第1-2表 農家1戸当り購入肥料費構成の変遷
(金額百分率)

種 類	年 次 (昭和)				
	12	26	29	30	31
硫酸アンモニア	8.2	38.1	22.0	20.0	18.3
石灰窒素	6.1	10.7	7.6	7.8	7.4
尿素	—	1.5	3.8	4.2	4.8
硝酸アンモニア	—	1.0	0.7	0.6	0.5
塩化アンモニア	—	—	—	0.9	1.1
過磷酸石灰	5.4	18.4	11.4	10.2	9.8
熔成磷肥	—	—	—	2.9	3.1
硫酸加里	3.0	4.0	6.2	6.4	6.5
塩化加里		2.9	2.7	2.1	1.9
化成肥料	40.0	2.9	15.7	17.7	18.8
配合肥料		3.0	10.3	11.8	12.8
有機質肥料	31.3	10.8	8.7	8.2	7.5
石灰類	6.0	2.3	1.8	1.7	1.7
その他		4.4	9.1	5.5	5.8
計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

注：戦前は農林省生産費調査、戦後は農林省農家経済調査物財統計により算出作表。

度の農家の化学肥料購入額は約900億円に達する⁵¹⁾が、これは同年度農業粗生産額⁷⁸⁾の約6.2%に相当する。



第1—1・2図. 年次別無機質肥料消費量
(農林省統計表により作図)

第1—3表. 世界主要国の肥料消費量 (要素別成分量)

地域	国	窒素	リン	加里	地域	国	窒素	リン	加里
		kg/ha	kg/ha	kg/ha					
アジア	日本	99.25	47.46	27.62	南欧	ギリシヤ	12.80	11.38	1.99
	インド	0.78	0.10	0.07		イタリア	15.08	26.41	2.54
	韓国	50.62	24.77	3.69		ポルトガル	17.09	19.32	2.19
	フィリピン	5.89	4.21	1.35		スウェーデン	7.95	14.23	5.74
		0.24	0.64	0.45			2.29	2.10	2.35
西欧	オーストリア	16.74	25.90	30.15	北・中米	カナダ	1.17	2.68	1.56
	ベルギー	93.45	87.50	137.80		メキシコ	9.18	10.65	8.15
	フランス	33.66	47.01	34.56			13.71	14.72	10.49
	イギリス	16.40	31.35	24.77	南米	ブラジル	0.72	0.62	1.17
	ドイツ	51.65	53.37	97.56		ペルー	4.53	10.63	0.55
	オランダ	171.70	100.75	146.23		チベ	27.46	17.40	2.83
	アイスランド	9.95	43.36	31.04	アフリカ	エジプト	45.70	6.12	0.20
	スウェーデン	24.61	82.77	42.51		南アフリカ	1.49	12.57	1.37
北欧	デンマーク	28.23	32.15	52.79	大洋洲	オーストラリア	1.00	20.06	0.75
	フィンランド	12.14	25.65	19.58		ニュージーランド	177.42	41.13	146.77
	ノルウェー	35.15	44.73	58.18			9.38	422.08	46.88
	スウェーデン	22.66	30.41	22.90	総平均		5.60	6.50	5.20

ところで、国全体または単位面積当りの肥料消費量が多くても、それを以て直ちに消費過大と断ずることはできない。何故ならば、農業が個別農家単位に営まれている

場合は、消費量の多寡の認定には個別経営での肥料消費をも検討する必要があるからである。

2. 私経済的に見た肥料消費の実態

肥料の重要な経営的一特性は、1回の生産の利用によってその価値が生産物に吸収されてしまうことにある。もちろん、肥料の栄養的価値がその施用作物だけによって利用し尽くされるとは限らないが、一般には、肥料はそれを施す作物を対象として用いられ、その価値の大部分がその作物によって消費される。肥料が“流動資本”に属するのはかかる性質のためである。そこで、まず作物別に肥料施用量を見よう。

(1) 作物別施肥量とその変遷

各地の農業試験場その他によって施肥の技術的適量は作物別にはば明らかにされ、地域別施肥基準が樹てられ、指導と農家の経験の蓄積により、いくたの変遷を経て地域別慣行施肥量が生まれている。

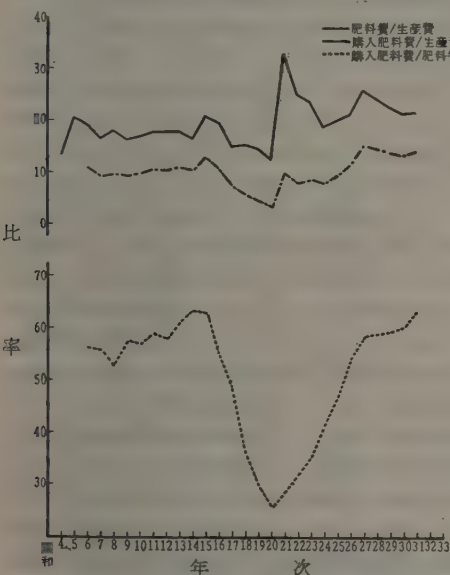
作物別施肥量の変遷について、農林省普及部が農家3,321戸について行った調査結果⁷³⁾を見よう、まず、戦前戦後の三要素施用量を比べると、作物別差異はあるが、作物別調査戸数によって加重した平均では一般に施用量は戦後増しており、殊に加里の増加が目立つ。肥料別には、堆肥はやや増しているが粕類は著減し、反対に無機質購入肥料が増加している。前項のような全国的肥料消費構造の変遷が個別作物の施肥内容にも具体的に同様に現われているのである。

肥料の第二の経営的特性はその“代替性”にある。消費構造の変遷自体が示すように、例えば窒素を作物に施すとき、その供給源には硫酸アンモニア・石灰窒素及び

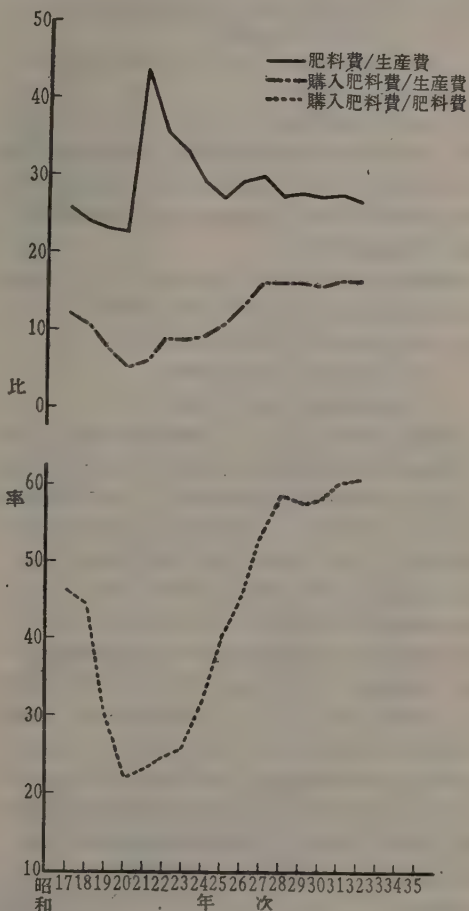
尿素等の各種があり、また、人糞尿・堆肥等を用いることもできる。実際の施用量は、これらの多種の中から技術的・経営的に選択・決定されるが、その合計費用が“肥料費”として作物生産費の重要部分を構成する。

(2) 作物生産費と肥料費との関係

肥料費並びに生産費にも作物別・地域別及び経営類型別の差異があるが、ここでは一応全国的平均により各作物生産費に対する肥料費の比率を求めた。わが国の農作物生産費調査事業は大正10年発足以来数度の改変が加えられている⁷⁷⁾が、代表的な米・麦についてこの比率の年次変化を第1—2図に示した。変化の段階はおおよそ戦前・戦中及び戦後に3区分できるが、全体的に肥料費は生産費の約20%を占め、労働費に次ぐ大きな費目であ



第1—2・1図. 生産費中に占める肥料費の比率(米)



第1—2・2図. 生産費中に占める肥料費の比率(麦類)

第1—4表. 生産費中に占める肥料費の比率
(単位: %)

作物	昭和21年			昭和30年		
	⑥/②	⑥/③	⑥/④	⑥/②	⑥/③	⑥/④
甘馬鈴 大小 白甘 葫大 人牽 蜜菜 煙	18.9	6.5	34.4	17.8	9.4	52.8
	32.7	14.2	43.4	31.0	21.7	70.0
	10.4	1.2	11.5	21.5	18.8	87.4
	18.5	1.5	8.1	24.4	19.0	77.9
	33.2	14.1	42.5	50.5	40.7	80.6
	41.7	5.2	12.5	35.3	26.5	75.1
	32.5	21.3	65.5	24.3	20.6	84.8
	24.3	12.6	51.9	25.7	20.9	81.3
	29.7	20.9	70.4	24.9	20.5	82.3
	34.2	11.9	34.8	33.2	26.7	80.4
	20.6	15.0	72.8	15.3	10.7	69.9
	33.5	20.9	62.4	30.6	28.8	94.1
	26.7	5.1	19.1	32.0	21.2	66.3
	15.3*	9.5*	62.1*	18.4	14.6	79.3

注: 1. 農林省各年次生産重要農産物生産費調査年報により算出作表。
2. ②;生産費, ⑥;肥料費, ③;購入肥料費。
3. * 昭和25年産。

る。その他の主要作物については第1—4表のとおりである。単位面積当りの施肥量は蔬菜・果樹等の商品作物が一般に多く、マメ類・イモ類は少なく、米・麦類はそれらの中間に位するが、肥料費/生産費と商品化率との間には特定の関係はない。

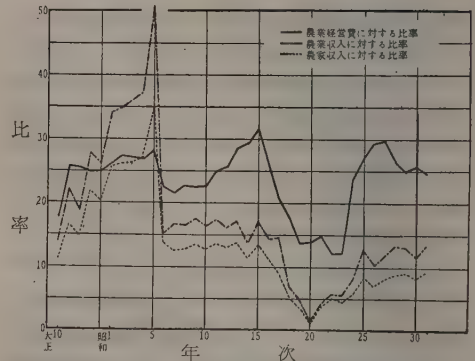
諸作物は横に組み合わせられて作付組織となり、縦に編成されれば作付体系となって経営の中で栽培される。そこで、次に、経営全体での肥料費の地位を調べてみる。

(3) 農業経営における肥料消費

A. 農業経営費と肥料費との関係

農家経済調査³⁴⁾によって、農業経営費・農業収入及び農家収入に対する肥料費の年次別比率を求めた(第1—3図)。戦時中の例外的時期を除き、肥料費は農業経営費の約25%を占める。これは米国の3.5%(1933~'37年平均)~5.4%(1954年)に比べ著しく高率であり、わが国の農業の多肥性が単に耕地面積比の面に止まらず、経営構造にも反映していることを示す。すなわち、効果の短期性・種類の代替性と並ぶ第三の経営的特性である“分割利用性”があるため、肥料の利用には経営規模による制約が少ない。これが、小規模経営の多いわが国の農業に多肥化をもたらし一因であろう。もちろん、1戸当り肥料費には地域性・階層性が認められるが、預貯金の払い戻しや借入れ金の約1割が肥料購入資金に向けられていることは、肥料費が経営費中に占める高い比率と並んで、経営改善上の一課題を提供していると考えられる。

なお、ここで、広島県で行われた興味のある一調査結



第1—3図. 農業経営費等に対する肥料費の比率

果にふれておく²⁷⁾。調査対象農家の約80%では、使用肥料の種類・分量及び施用期等の施肥法の一切が経営主の独断に委ねられており、しかも回答者の大多数が、経済的権限と最高の技能者である経営主による施肥法の独占的支配を当然のこととして認めている。このような傾向は恐らくわが国の農村に一般的であろうが、このことは、施肥作業が費用でもまたその成果でも経営経済を左右する最重要事の一つと考えられていることを示す一好事例である。

B. 肥料費と施肥費

上に述べた肥料費は、そのまま施肥の費用を表わすわけではない³¹⁾。何故ならば、施肥の実行には肥料費以外に施肥の用具・動力及び労働力などの費用を要し、これらの諸費用と肥料費との合計が施肥費となる。例えば、化学肥料の供給不足を人糞尿によって補えば、肥料費そのものは減少しても運搬・施用に著しく多くの労力を要するから、施肥費はむしろ増す場合もある。これ迄は生産資材費としての肥料費について論じてきたが、これから施肥作業について考えるには、作業に関連する費用をも加えた施肥費を問題にしなければならない。栽培技術的にはある施肥量のある時期に与えることが最善であっても、その実行にあるいは多くの労力を要し、あるいは他作業の適期を失うとすれば、経営的には別の方法によらねばならない。施肥はこのような経営的選択を経て実践されるから、施肥の問題を経営的に考えるにはただ肥料費だけでなく、総合的な施肥費を最小に止める考慮を要する。米国では、施肥費の生産函数的処理によって施肥の経済性を高める試みが開発されつつあり¹⁰⁾、これが経営設計に線型計画法を導入するのに役立っているが、わが国ではまだ、この方法論のものが論議・導入されつつある段階である。ここでは、これらのことも最も関連の深い問題として、施肥作業の実態に次に採り上

げることとする。

(1) 施肥作業の所要労力

第1・2節 農作業と施肥

全国的に見た作物別施肥作業所要時間を第1—5表に示す。三極を例外として、所要時間は最も少ない距離から最も多い茄子まで基だ多様であるが、10〜20時/10a

1. 栽培作業から見た施肥作業

第1—5表. 10 a 当り施肥作業時間

(単位: 時)

作物	元	肥	追	肥	計	人	力	畜	力	動	力	人	力	畜	力	動	力
禾穀	水大小玉	稲	7.04	0.78	0.01	1.99	0.01	—	9.03	0.79	0.01	15.00	1.00	—	—	—	—
			9.70	0.90	—	5.30	0.10	—	13.10	0.80	—	15.00	1.00	—	—	—	—
			7.54	0.70	—	5.60	0.10	—	13.10	0.80	—	15.00	1.00	—	—	—	—
			6.31	1.78	—	3.24	—	—	9.55	1.78	—	15.00	1.00	—	—	—	—
いも	甘馬鈴	薯蓣	6.49	0.87	—	5.98	0.37	—	12.47	1.24	—	5.66	1.47	—	—	—	—
			4.85	1.45	—	0.81	0.02	—	5.66	1.47	—	5.66	1.47	—	—	—	—
まめ	大小菜菔	豆	1.36	—	—	1.44	—	—	2.80	—	—	1.46	0.18	—	—	—	—
			1.16	0.18	—	0.30	—	—	1.46	0.18	—	1.46	0.18	—	—	—	—
			1.30	0.93	—	—	—	—	1.30	0.93	—	1.30	0.93	—	—	—	—
			0.90	—	—	—	—	—	0.90	—	—	0.90	—	—	—	—	—
葉菜	結球白菜	葱(直播)	18.39	2.83	—	8.22	2.36	—	26.61	5.19	—	11.14	—	—	—	—	—
			6.71	—	—	4.43	—	—	11.14	—	—	11.14	—	—	—	—	—
			21.64	—	—	4.86	—	—	26.50	—	—	26.50	—	—	—	—	—
			15.34	2.33	—	1.07	0.08	—	16.41	2.41	—	16.41	2.41	—	—	—	—
			0.40	—	—	25.34	—	—	25.74	—	—	25.74	—	—	—	—	—
			—	—	—	11.03	—	—	11.03	—	—	11.03	—	—	—	—	—
果菜	南胡西瓜	瓜	21.71	1.28	—	9.10	—	—	30.81	1.28	—	14.66	—	—	—	—	—
			24.82	2.32	—	37.41	—	—	62.23	2.32	—	14.66	—	—	—	—	—
			4.52	—	—	10.14	—	—	14.66	—	—	14.66	—	—	—	—	—
			33.07	12.69	—	57.31	10.77	—	90.38	23.46	—	90.38	23.46	—	—	—	—
根菜	大人牛里蓮	根	4.91	0.97	—	8.82	1.59	—	13.73	2.56	—	11.91	—	—	—	—	—
			4.55	—	—	79.06	—	—	83.61	—	—	83.61	—	—	—	—	—
			2.91	—	—	9.00	—	—	11.91	—	—	11.91	—	—	—	—	—
			0.26	—	—	1.34	—	—	1.60	—	—	1.60	—	—	—	—	—
			3.13	—	—	12.33	—	—	15.46	—	—	15.46	—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
果樹	萃蜜夏葡萄	果柑柑桔	—	—	—	10.60	0.50	—	10.60	0.50	—	8.32	2.81	—	—	—	—
			—	—	—	8.32	2.81	—	8.32	2.81	—	8.32	2.81	—	—	—	—
			—	—	—	17.80	—	—	17.80	—	—	17.80	—	—	—	—	—
			—	—	—	27.88	—	—	27.88	—	—	27.88	—	—	—	—	—
			—	—	—	81.84	—	—	81.84	—	—	81.84	—	—	—	—	—
			—	—	—	37.81	—	—	37.81	—	—	37.81	—	—	—	—	—
工芸作物	菜甜ビ	種菜麦	6.06	0.71	—	10.75	0.58	—	16.81	1.29	—	6.73	2.10	—	—	—	—
			6.16	2.04	—	0.57	0.06	—	6.73	2.10	—	6.73	2.10	—	—	—	—
			6.26	1.99	—	3.67	—	—	9.93	1.99	—	9.93	1.99	—	—	—	—
			—	—	—	30.27	1.61	—	30.27	1.61	—	30.27	1.61	—	—	—	—
			5.19	—	—	11.72	—	—	16.91	—	—	16.91	—	—	—	—	—
			6.34	—	—	10.10	—	—	16.44	—	—	16.44	—	—	—	—	—
			—	—	—	20.41	1.60	—	20.41	1.60	—	20.41	1.60	—	—	—	—
			0.87	0.07	—	—	—	—	0.87	0.07	—	0.87	0.07	—	—	—	—
			43.42	1.77	—	—	—	—	43.42	1.77	—	43.42	1.77	—	—	—	—
			7.39	—	—	10.17	1.01	—	17.56	1.01	—	17.56	1.01	—	—	—	—
			—	—	—	1.14	—	—	1.14	—	—	1.14	—	—	—	—	—
			8.59	—	—	47.03	—	—	55.62	—	—	55.62	—	—	—	—	—
			22.68	—	—	3.52	—	—	26.20	—	—	26.20	—	—	—	—	—
			9.57	1.49	—	20.84	0.64	—	30.41	2.13	—	30.41	2.13	—	—	—	—
			7.48	0.14	—	—	—	—	7.48	0.14	—	7.48	0.14	—	—	—	—
			—	—	—	38.89	3.73	—	38.89	3.73	—	38.89	3.73	—	—	—	—

注: 水 稻; 昭和31年産米生産費調査成績, 農林省統計調査部(1957.9)による。
 麦 類; 昭和32年産麦類生産費調査成績, 同上(1958.3)による。
 その他; 昭和29年産重要農産物生産費調査年報, 同上(1956.2)による。

程度の作物が最も多い。一般に、葉菜・根菜類は所要時間が多く、マメ類は少なく、禾穀・イモ類がそれらの中間にある。工芸作物・果菜類及び果樹は作物別変異が大きい。施肥作業への畜力・動力の利用は僅小であり、しかもこれは施肥への直接的利用ではなく運搬の時間であるから、人力作業だけについて栽培全作業時間に対する施肥作業時間の比率を求めると、10%以下の作物が過半数を占め、モードは4〜8%程度である。工芸作物中油脂料作物はこの比率が高く、繊維料作物はマメ類とともに比率が低い。禾穀類・イモ類及び根菜類はほぼそれらの中間に位する。ただし工芸作物はその種類が多岐であるため、葉菜・果菜類と同様にこの比率の作物別変異が大きい。

次に、水稻を代表例として施肥作業時間の男女別比率（第1―6表）を見ると、男子の方が女子より高率であるが、特に追肥では両者間に大きな開きがある。すなわち、施肥作業は主に男子によって担当され、しかも、少量の肥料の均等撒布を要する追肥作業のように熟練が要り、しかも生育に鋭敏に影響する作業では、特に男子へ

第1―6表. 水稻施肥作業時間の内訳

月	元 肥		追 肥	
	男	女	男	女
1	0.22(100)	0.10(45)	—	—
2	0.17(100)	0.05(29)	—	—
3	0.22(100)	0.10(45)	—	—
4	0.61(100)	0.60(98)	—	—
5	1.46(100)	1.28(88)	0.01(100)	0.01(100)
6	1.23(100)	0.91(74)	0.18(100)	0.07(39)
7	0.04(100)	0.02(50)	0.87(100)	0.30(34)
8	—	—	0.41(100)	0.12(29)
9	—	—	0.02(100)	0.00(0)
10	—	—	—	—
11	—	—	—	—
12	0.02(100)	0.01(50)	—	—
計	3.97(100)	3.07(77)	1.49(100)	0.50(34)

- 注：1. 昭和31年度産米生産費調査成績により作表。
2. 括弧内は男を100とする指数。

の依存度が高い。これは前節の2に紹介した施肥の支配者の問題と対照して興味のある問題である。

(2) 施肥の作業強度

著者が広島県で早川と協力して行った農繁期作業の労働科学的研究^{28), 29)}及び東北農試で行った水田裏作に関する研究¹³⁰⁾の中から、施肥の作業強度を抽出すれば第1―7表のようである。労働科学ではエネルギー代謝率“relative metabolic ratio”(以下R.M.Rと略する)により、R.M.R 2未満を軽作業・2〜4を中作業及び4〜7を重作業とし、7以上を激作業とする。特に重要な区分点はR.M.R 4の附近にあり、白井⁸⁰⁾によれば、この点を越えると呼吸商が急増し定常状態の持続が困難になる。また、井上³⁵⁾は定常状態の持続可能限度は各人の最大酸素摂取量の50〜60%であるといっているが、この限度の作業のR.M.Rは普通の成人では計算上4に近い。著者の実験値では、施肥作業は比較的よい路面では中作業に属するが、耕起直後の乾田のように路面が悪い場合または肥料の容積・重量が大きい場合には重作業となる。また第1―7表最下列のように、たとえ簡易なものであっても機械的肥料排出装置を用いればR.M.Rが低下することは注目しなければならない。

(3) 施肥の労働手段

肥料の種類の変遷²²⁾にもかかわらず、わが国の施肥用具には歴史的質的变化が認められない。ただ、肥料種類の変化がもたらした有効成分率の向上によって単位面積当りの肥料容積が減るとともに、用具の容量は小さくなっている。広島県(第1―8表)¹²⁵⁾・東北6県¹⁴⁰⁾での著者の調査及び全国的な調査⁷³⁾によれば、用具は施肥用というよりは肥料運搬器の性格が強い。欧米の施肥機と対比すれば、わが国では僅かに原始的な槽だけが、肥料の調量・排出は専ら人の手先に依存しているといえる。それ故、全面散布・条施を問わず、肥料分布の均等性を保つために、極めて慎重な態度と熟練した経験的技能が要求されている。

第1―7表. 施肥の作業強度

区 別	作 業	R.M.R	10 a 当時 所要時間	10 a 当時 消費熱量	備 考
稲 作	積んである堆肥を手でばらまく、 小箱に入った化学肥料を手でばらまく おいこで堆肥を運ぶ てんびんで堆肥を運ぶ	4.7	120	708	10 a 当り 1,125kg 39.3kg } 距離25m, 10 a 当り 1,125kg
		4.5	34	194	
		4.2	48	259	
		4.3	54	297	
水 田 裏 作	小箱から消石灰を手でばらまく(耕起前) 化学肥料を手で作条にまく(うね立て後) 化学肥料を播種機で作条にまく(同)	4.2	36	197	10 a 当り 75kg 10 a 当り 40kg
		3.1	58	251	
		2.9	31	129	

第1—8表. 水田裏作麦の施肥用具と施肥位置

村	用 具					種 子 対 する 施 用 位 置 ※			
	桶	わらかご	箕	か	ご	パ ケ ッ ツ	上	下	横 金 層
NT	2	—	6	1	1	1	8(1)	(9)	(1)
NO	6	1	4	2	1	5	5	2(10)	—
KM	9	9	—	—	—	—	10(4)	(6)	—
計	17	10	10	3	2	23(5)	2(25)	0(1)	5(0)

- 注：1. ※欄の()内は化学肥料，()外は堆肥。
2. 計の数値が，用具と施用位置とで一致せず，また化学肥料と堆肥とで異なるのは，2種以上の用具・施用法を用いている農家があるからである。
3. 調査農家は各村10戸，合計30戸。

僅かな例外として，北海道の一部では人・畜力用施肥機が普及され，石灰撒布機のようにトラクタに牽引利用されているものもある。速効性化学肥料の多施による初期生育促進の必要が大きい寒冷気象と，肥料の効果が水田よりも一般に大きい畑作を大規模にもつ経営条件とが商品生産的性格と相まって，多少なりとも施肥の機械化を促したものと思われる。施肥機についての実用新案・特許も北海道からの出願が最も多いことも，同地方でのこの方面の必要性の強さを示すものである。序説のように，各研究機関の施肥機の研究もまだ広く実用化するには到っていない。なお，昭和35年度から農林省の一事業として全国に麦作改善パイロット部落を設け，動力用施肥・播種機セットを導入することになったが，行政の先行に対して機械自体の研究・製作がやや立遅れている状態にある。

(4) 考察

施肥作業の所要労力は耕耘整地作業等比べて概ね少ない。この労力の量並びに全作業に対する比率は，単位面積当りの肥料費及びその生産費に対する比率の高い作物ほど大きい。従って，蔬菜・果樹等の多肥作物はそれだけ施肥所要労力も多いが，園芸作物の特性として作業内容が多様であり，しかもそれらの多くは育苗・定植・剪定及び整枝などの多量の労力を要する手作業であるために，施肥作業は絶対量的にも比率的にもこれらの諸作業の間に紛れて必ずしも目立たない。一方，作業強度的にも施肥は激しい体力消耗を伴わない場合が多い。ただし，湛水田・傾斜地等の施肥作業は R.M.R. よりも高いであろうが，この場合にも，作業の激しさの中心は施肥操作自体よりもむしろ肥料の運搬操作にある^{30), 32)}。概括すれば，施肥は作業の量・質ともに耕耘等比べて軽く軽い。

しかし，施肥には直接圃場に現われない多くの関連作業がある。肥料の運搬・配合等は，いずれも毎回反覆され

なければならない点で耕起等とはやや異質の関連作業である。もし，広義の施肥労働に肥料生産労働までも含めれば，肥料がその製造工場から最終施用対象である土壤・作物に接近するほど，それを取り扱う作業の機械化段階が低下するという傾向がある。範囲を農作業に限れば，関連作業中見逃がし得ないのは肥料の運搬労働であって，著者の調査¹²⁴⁾によれば，その量は平坦地水田経営で10a当り2～6時間，傾斜地の田畑混合経営では7～18時間に及び，その作業強度は施肥そのものより高いのが普通である^{81), 83), 124)}。

施肥作業機械化の遅れは，他の作業工程の機械化の発達につれて顕著になる。著者の実験¹²³⁾によれば，耕起

第1—9表. 作業技術水準による施肥作業比率の変化

作 業 技 術*	全作業	施肥作業の比率		
	労 力	元肥	追肥	計
無心うね立て横はしご播**	10.65	6.1	1.9	8.0
有心うね立て広巾播	8.83	4.9	2.6	7.5
半耕うね立て縦2条播	6.24	5.6	2.6	8.2
簡易平面耕条播	5.77	7.8	3.5	11.3

- 注：* 基幹原動力は馬。
** 東京都下の乾田での慣行を畜力化した方法

第1—10表. 施肥作業の比率の変遷

作 業	年		次	
	大正 14	昭和 16	昭和 31	
施 肥	4.58	4.72	5.95	%
脱 穀	10.84	7.89	7.88	%
攪 拌	10.77	5.92	3.23	%
全 作 業	100.00	100.00	100.00	%

- 注：1. 大正14年は農業経営調査及び農家経済調査，昭和16年は帝国農会農作業慣行調査，昭和31年は米生産費調査成績によりそれぞれ算出作表。
2. 東北6県分だけを示す。

・整地が畜力利用によって省力化されるほど施肥作業の全作業に対する比率が高くなる（第1—9表）。また、稲作について歴史的に見ても、脱穀・乾燥作業は機械化されその比率が低下しているのに引き換え、施肥作業の比率は時とともにむしろ高まっている（第1—10表）。作業技術的に見た施肥の停滞性は、このように、他作業と対比すれば一層明白になる。

施肥作業と他作業との関連上のもう一つの問題は、施肥が耕起・中耕等と結合して行われる場合が多いことである。そこで、次に、作業体系という視点から施肥作業の意義を考察する。

2. 作業体系から見た施肥作業

個別作業工程は、最小限度、時点と形式から成り立つ。すなわち、“いつ”と“いかにして”とが作業を類別する指標である。これに作業主体“だれが”と作業対象“何に”とを加えて個別作業工程が構成される。各作業工程が作物生育段階に即して縦に系列化され、横に區畝・労働及び経営の諸条件に規制されて組織化されると“作業体系”となる。作業体系はその機能として質（作業精度）と量（作業能率）との二面をもつ。このように定義された作業体系と施肥作業との関係を著者の調査研究¹²⁷⁾に基いて考察する。

(1) 水田春耕作業体系の現状

調査農家は東北全域に亘るので、田植前の作業だけでも甚だ多種多様である。そこで作業工程別の記号（第1—11表）によって作業体系を模式化すると第1—12表のようになる。実際の作業体系は表第3欄の例のように複雑な形を示す。

これらの作業体系の第一の特色は、各作業体系が反覆・結合していることで、今、耕耘整地作業の総回数を“集約度”と呼べば、平均集約度は畜力農家6.43、動力農家4.81となる。動力農家の集約度が低いのは、調査地帯に多い駆動型小型トラクタによって乾田荷土作業が大

第1—11表. 作業工程の記号

工 程	基 幹 動 力		
	人 力	畜 力	動 力
耕 起	A ₁	A ₂	A ₃
田 間	B ₁	B ₂	B ₃
か き	C ₁	C ₂	C ₃
起 土	D ₁	D ₂	D ₃
均 灌	×		
堆 肥	○		
化学肥料	△		

第1—13表. 作業体系を構成する技術的要因が変異度に及ぼす影響

消 去 要 因	畜 力 農 家		動 力 農 家	
	体系数	変異度*	体系数	変異度*
作業工程の種類	72	97.3	241	84.2
作業工程の順序及び反復回数	71	95.9	220	75.6
作業工程の動力源	33	44.6	119	30.8
肥料の種類	70	94.6	196	67.3
肥料の施用期と回数	71	95.9	234	80.4
灌水の時期	63	85.1	137	47.0
	71	95.9	235	80.7

注：*各要因を消去して無残した場合の作業体系種類数の農家別調査対象家数に対する百分率。

示に省略されているからである。

第二の特色は、作業体系の形態的多様性であって、実際の作業体系は畜力農家72種・動力農家241種に及ぶ（第1—13表）。作業体系種類数の調査農家数に対する百分率（“変異度”）はそれぞれ97.3%及び84.2%である。すなわち、作業体系の複雑性には、縦に見て集約性が、横に見て多様性があるわけである。

2. 作業体系複雑化の要因としての施肥作業

第1—13表は、作業体系を構成する各技術的要因を一定に抑えた場合の収容体系種類数及び変異度を示す。こ

第1—12表. 作業体系類型の地域別分布

農家別	類 型	体 系 例	地 域 別 類 度			
			太 平 洋 岸		裏 日 本	
			中 部	南 部	海 岸	内 陸
畜力農家	A C	A ₂ A ₂ ○△A ₂ ×C ₂ △C ₂ C ₂	2	—	—	—
	A C D	○A ₂ △A ₂ A ₂ ×△C ₂ C ₂ D ₁	17	7	1	—
	A B C	A ₂ B ₂ ○A ₂ ×△C ₂ C ₂	—	—	1	1
	A B C D	A ₂ ○B ₂ A ₂ A ₂ B ₂ △A ₂ ×C ₂ △C ₂ D ₁	11	4	15	15
動力農家	A C	A ₃ ○A ₂ ×C ₃ △C ₂	5	8	13	13
	A C D	A ₃ ○△A ₃ ×△D ₃	—	3	—	1
	A B C	A ₂ ○B ₃ △×C ₃	—	1	—	—
	A C D	A ₃ △A ₂ ○△A ₂ ×C ₃ C ₃ D ₁	33	25	77	90
	A B C D	A ₃ ○△A ₃ B ₃ ×△△C ₃ △C ₃ D ₁	—	7	8	7
						計
						2
						25
						2
						45
						39
						4
						1
						225
						22

れによると、各作業工程の序列とその回数とが体系の変異度を高める最大の要因であるが、次に大きな要因は施肥法である。施肥法はそれ自体多様である(第1—14表)が、この変異が作業体系全体の変異を高める一大要因となっている。

このように、作業体系の横の複雑性の原因の大部分がそれ自体の縦の複雑性にある。それでは、何故このように作業工程が頻繁に反覆されるのか。集約な作業体系が最も濃密に分布する秋田県で同県農試が行った調査によれば、農民は耕耘・整地に際して、耕土の細碎などの土壌物理性の改善とともに、乾土効果の発現・肥料と土壌との混和などの化学性の向上を強く意図している(第1—15表)。耕耘・整地が施肥効果向上のために反覆さ

第1—14表. 施肥法の分類

農家別	施用回数	方 法	地 域 別 頻 度				総計
			太平洋 中部	洋 南部	真日本 海岸	計	
畜力	1	○×	—	—	—	1	1
	2	○△× △△× △○×	5 — 6	— — 4	4 — 3	13 1 14	28
農家	3	○△△× ○△○× △○△× ○△×△ ○×△△	4 1 5 8 1	— — — 6 —	6 — — 2 2	5 1 7 2 3	15 1 18 18 44
	4	△×△△○	1	—	—	—	1
動力	1	○× △× ×△	— — —	1 — —	1 — 2	— 1 1	2 1 3
	2	○△× △○× ○×△ △×○ △×△ ×○△	7 1 7 — — 1	3 — 21 2 — 1	23 — 13 — — —	40 1 7 — 1 —	73 2 48 2 2 128
農家	3	○△△× △○△× △△○× △○×△ △○×△ ○×△△ △×○△ ×○△△	9 4 — 6 1 — 1 —	2 — — 10 — 2 1 —	32 7 1 17 — — 1 —	21 13 1 16 — — — —	64 24 1 49 1 3 2 1
	4	○△△△× △○△△× ○△△△× ○△×△△	1 — — —	— 1 — —	1 1 2 1	1 1 4 1	3 4 9 9
家	5	○△△×△△ ○△×△△△	— —	— —	1 1	1 —	1 1
							2

注：記号は第1—22表に同じい。

第1—15表. 耕起・砕土を2回以上くり返す理由

理 由	トラクタ 単一 利用農家	トラクタ ・畜力 併用農家	畜力単一 利用農家	計
土をよく乾かす	47	87	29	163
肥料を土とまぜる	43	79	10	132
深耕する	28	57	13	98
砕土をよく砕く	20	43	23	86
その他	12	22	4	38
計	150	288	79	517

れていることは、耕土の物理的及び化学的処理が作業体系の集約性で統合されていることである。化学的肥沃度を高めるために作業体系を集約すれば、一定期間の作業可能面積は減ずるから、いわば、作業体系の質的機能向上のためにその量的機能が抑制されているわけである。このことは、春季農繁期労働の合理化に関連する大きな問題点であると同時に、技術の単純化という観点からも考えなければならない問題を含んでいるが、現状の施肥作業が作業体系の単純化を阻む一大要因であることは明らかである。

ところで、農作業は労働力を生産物に対象化する過程であるから、施肥の作業技術的考察には、労働の面だけでなく、その効果の面からの検討も必要である。

3. 施肥効果

(1) 施肥量と収量との関係

松本⁷²⁾が各農業(事)試験場の肥料三要素試験成績をまとめた結果によれば、施肥の効果は水田よりも畑の方に顕著に現われ、また、甘藷を除き、三要素中では窒素の効果が最も大きい。施肥効果はただ生産物の量的面だけでなく質的面に及ぶ²⁴⁾。特に工芸作物では各肥料要素施用量と生産物の品質との関係が重視され¹³³⁾、また、飼料作物では、施肥法のいかんは飼料の栄養価を通じて畜産物の品質にも影響する^{106)~109)}。

しかし、農業生産には収穫逓減の法則がはたらくから、作物の収量は肥料の増投に応じて直線的に増すわけでは

第1—16表. 施肥量と玄米収量との関係

窒素施用量	玄 米 収 量	
	総 収 量	増 収 分
kg/10 a	ℓ/10 a	ℓ/10 a
0.000	328.31	
1.875	386.03	57.72
3.750	434.74	48.71
5.625	476.23	41.49
7.500	512.31	36.08
9.375	537.56	25.25
11.250	556.60	19.04
13.125	566.42	9.82
15.000	570.03	3.61

注：磷酸・加里は7.5kg/10 a 施用。

第1—17表. 肥料中および農産物中の3要素量

(単位:1,000 t)

時 期	窒 素			磷 酸			加 里		
	肥料中 (a)	農産物中 (b)	①/②	肥料中 (a)	農産物中 (b)	①/②	肥料中 (a)	農産物中 (b)	①/②
大正1~5年平均	292.1	364.9	1.25	210.1	140.0	0.67	180.0	356.8	1.98
" 6~10年平均	345.4	391.1	1.13	215.1	148.7	0.69	198.1	383.9	1.94
" 11~15年平均	413.9	383.6	0.93	254.6	143.5	0.56	224.2	372.7	1.66
昭和2~6年平均	494.4	406.2	0.82	326.6	151.3	0.46	263.5	391.8	1.49
" 7~11年平均	586.4	416.5	0.71	401.5	155.8	0.39	322.8	401.1	1.24
" 12年	680.4	446.5	0.66	492.7	169.2	0.34	410.0	436.4	1.06
" 13年	760.9	435.5	0.56	437.3	161.2	0.37	392.4	412.1	1.05
" 14年	740.5	471.9	0.64	464.7	175.1	0.38	403.8	450.2	1.11

注:昭和15年以降は,戦争の影響で需給関係不良のため除いた.

ない. 沢村⁹⁵⁾ が生産函数的に求めた窒素施用量と玄米収量との関係(第1—16表)によれば,無窒素でも約330 ℓ /10 aの収量を得るが,窒素増施による増収効果は遙減し,効果的窒素施用量の上限は15kg/10 a附近にある.増肥効果の遙減は歴史的傾向でもある⁴⁵⁾.肥料消費量の逐年の漸増に伴って収量の絶対値は増加しているが,肥料の増加に対する収量の増加率は年とともに減じている傾向が三要素に共通的に認められる(第1—17表).

(2) 耕耘整地効果と施肥効果との関係

第1—18表は著者の企画により東北各県農試と東北農試とが連絡実施した水田春耕作業工程の意義解析についての実験成績の一部(東北農試盛岡試験地)である.耕土の物理的処理と玄米収量との関係は他の農試でもこの表の傾向とはほぼ同様であって,各農試の標準施肥量を与えれば,全くの無耕起でも540 ℓ /10 a(反当り3石)内外の玄米収量が共通的に得られる.これを前記第1—16表と照合してやや大胆に推定すれば,およそ次のように考えることができよう.すなわち,気象・耕地・品種・栽植期及び灌漑等の条件が正常であれば,水稻は無窒素で2石弱の収量をあげ得る.これに窒素を加用すれば,収量は約3石に高まる.それ以上の増収分はいわば耕耘・整地等の作業の集約化による.しかも,この労働

力増投に対する増収分は,増肥による増収分よりも一般に少ない.もともと,耕耘・整地作業と施肥作業とは相互に密接に関連するから,それぞれの効果を個別的に比較することは困難であるが,一般には,施肥の方が耕耘・整地よりも増収効果が高いと考えられており,上述の諸成績もこの考えが誤りでないことを裏付ける.もちろん,耕耘・整地作業は,耕土反転・土塊の細砕等それ自体の効用も多いが,施肥作業はそれ以上に収量に強く影響する有機度⁹²⁾の高い作業であり,耕耘・整地等の物理的処理には,土壌の物理的改善を通じて化学的処理作業の精度を高め,施肥効果を発現し易い環境を造成するという意義がむしろ大きいと考えられる.

4. 施肥作業合理化の目標及びその機械化の具備条件

施肥作業の高い精度というのは,

- イ.できるだけ少量の肥料で多収を得ること,
 - ロ.平面的に見て,施用肥料が同一圃場内に均等に分布していること,
 - ハ.立体的に見て,施肥位置が作物の生育上好適であること,
- が要求される.そして,ロ・ハはイを達成するための手段である.

(1) 施肥作業の原則

海外農業生産性視察団報告書の一つ⁷⁹⁾によれば,米国では,施肥には三つの“W”が原則的に重要であるとされている.それは,“What”(肥料の種類・量)・“When”(施肥時期)及び“Where”(施肥位置)であり,この3Wについて試験研究機関・実際栽培家並びに肥料及び農業機械製造業界の密接な連繫の上に研究が進められている.特に視察団の注目をひいたのは第3の施肥位置の問題であって,作物体と施用肥料との関係位置については極めてきびしい注意が払われており,土壤肥科学^{91), 11), 49), 67), 93)}及び農業機械学⁵⁶⁾の両面から研究されてい

第1—18表. 耕地処理と水稻収量との関係

耕 地 処 理 法		地 下 水 位	
		2 m以上	0.5~0.7 m
		ℓ /10 a	ℓ /10 a
無耕起	耕起	528.7(97)	572.4(81)
耕起・乾田	耕起・代か	462.2(84)	532.8(75)
耕起・乾田	耕起・代か	477.2(87)	666.0(94)
耕起・乾田	耕起・代か	530.5(97)	685.8(96)
耕起・乾田	耕起・代か	547.9(100)	711.0(100)

注:1. ()内は完全処理区の収量を100とする指数.

2. 品種:十和田及び島海.

る。特に近年放射性同位元素が追跡子として利用され得るようになったことは、欧米でのこの方面の研究促進に役立っている⁴⁾。

(2) 施肥位置の重要性

上記の三Wは相互に密接に関連し合う原則であるが、特に施肥作業機械化の視点からは、第三のWが最も重要な関係をもつ原則であろう。ところが、わが国ではこの問題についての研究は、僅かに根菜類等の栽培について若干の研究成績^{66), 94)}があり、また、最近局所施肥法研究の必要が説かれている¹¹²⁾程度で、まだ端緒的段階に過ぎないといつてよい。しかし、農民は例えば第1—8表に見られるように、原始的用具に依存しながらも、施肥位置には考慮を払っているのである。水田作では塩入の確立した全層施肥理論がこの問題に対する重要な解答であるが、その後20余年を経てまだその普及が充分でない。しかも、この理論を日本から輸入した米国では、施肥機の利用によってすべての水稲作に全層施肥が普及しているという⁷⁹⁾。わが国で全層施肥が行われない主な理由は、水管理の複雑性と労力の問題にある⁶¹⁾といわれる。本節(2)のような作業体系集約化の実態は、ちょうど施肥作業機械化の遅れに一大技術的原因があると考えられる。最近の新潟^{52), 53)}・岡山^{12), 17)}・両県農試の研究は、人力用または駆動型小型トラクタ用施肥機の利用によって全層または下層施肥を容易化しようとする意図に基くものである。

小型トラクタによる駆動耕の土壌反転性能は一般に犁・プラウ耕より劣り、従って施用肥料は表層に比較的多く分布する傾向がある¹¹⁰⁾。著者の実験によれば、特に有機質肥料の場合、堆肥・生わら等の切断寸法が長いほどの傾向が著しい¹²⁸⁾。一般に駆動耕耘を行った水田では紫雲英その他の元肥の分解が速やかで水稲は初期生育は旺盛化するが後期に肥切れの様相を示す¹¹¹⁾といわれるのは、上のような施肥位置の関係による。しかし、著者の実験¹²⁰⁾によれば、駆動耕耘であっても施肥機を搭載し施肥と耕耘とを同時化すれば、あらかじめ肥料を撒布してから耕耘するよりも平均施肥深度を大きくすることができる。

今後、肥料製造面での高成分化と消費面での無機化するなわち相対的速効化⁵⁷⁾が進むほど、施肥位置の適確性は一層きびしく要請されるであろうし、作業面での大型トラクタ導入等による深耕化、経営面での畑作の比重増大等の諸条件も、施肥位置の問題の重要性を高めるに違いない。

(3) 施肥作業機械化の具備条件

以上から、施肥作業機械化に当っては、作業能率向上もそうであるが、作業精度向上、すなわち肥料分布の均等・適確性の確保と施用位置の適正化とに重点的目標をおくべきであり、施肥機の改良もこの方向に沿って行われなければならない。また、実際の作業では、肥料撒布のための作溝・撒布後の間土または覆土等の関連作業に多くの労力を要する。耕耘と施肥との同時化もこれに対する一解決策であるが、それを行うにも施肥機の改良が前提となる。もちろん、このような同時化は駆動耕耘の場合に限らず、犁・プラウ耕やカルチベータ耕とも関連があり、物理的土壌処理作業と施肥作業とを統一的に機械化し得れば、施肥位置について高い精度が得られるばかりでなく、併せて作業能率をも高めることができる。

第1・3節 施肥作業機械化の意義

施肥作業の機械化は、まず第一に、栽培技術の進歩に適應するものでなければならない。この目的は、平面的な肥料分布の均等性でも、また、立体的に見た施肥位置の適確性でも、人力施肥にまさる精度をあげ土地生産力を高めることによって達成される。これが施肥作業機械化の栽培技術的意義である。

第二には、作業の能率・精度を併せて高め更に作業体系を単純化することである。機械化により、肥料の排出・放出を正確に行い、適期・適量及び適位置施肥を実現し得れば、現行作業体系の集約度を低めることができる。すなわち、作業体系の量的・質的機能の向上を促がすが、施肥作業機械化の作業技術的意義である。

第三は経営経済的意義である。作業精度向上によって増収と肥料消費効率増進とが可能になり、一方作業能率の向上は労働費を低下させ、併せて経営費を節減する。

以上の意義を貫くことは、もちろん、ただ施肥機の改良・普及だけで達せられるわけではなく、関連農業技術の総合的進歩にまつべき面が多いが、施肥作業での機械力利用が皆無に近いわが国の現状では、施肥機の改良に関連する研究は、施肥作業機械化上の中心的課題であると考えられる。

第2章 実験研究対象の限定

第2・1節 供試肥料の選定

第1・1節のような消費動向及び最近の肥料消費状況から、この実験研究では対象を無機質化学肥料に限り、硫酸アンモニア・過磷酸石灰及び塩化加里等の8種を供試することにした。これらを成分別に見ると、窒素質3種・磷酸質3種及び加里質2種となり、製品形態別には

結晶または破砕片のままのもの6種及び二次加工的に造粒したもの2種となる。この他に塊状石灰窒素をも供試したが、貯蔵中容易に風化・細粒化してその性状を一定に保ち難いので、一部の試験に補助的に用いるのに止めた。次に、大部分の肥料は、貯蔵中・実験中に吸湿して性状変化を生じ易い。実験に際してはこのような変化を極力防ぐ処置を施したが、同時に吸湿性の極めて低い自製強化ガラス粉3種を参考的に供試し、肥料の吸湿による実験結果の乱れを防ごうとした。

以上の供試肥料及び参考試料を第2—1表に一括した。表中略称・記号はこの論文記述の便宜上定めたものであって、以下ではこれらの略称・記号を用いる。

第2—1表. 供試肥料・参考試料一覧

名	称	製造発売元	文中略称	区中略称	図中記号
硫酸アンモニア	Ammonium Sulphate	日産化学工業(株)	硝安	A. S.	○
石灰窒素	Lime Nitrogen	信越化学工業(株)	石窒	L. N.	①
塊状石灰窒素	Gramular Lime Nitrogen	電気化学(株)	塊石窒	G. L. N.	⊕
粒状尿素	Granular Urea	東洋高圧工業(株)	尿素	G. U.	●
過磷酸石灰	Calcium Superphosphate	ラー工業(株)	過石	C. S.	●
粒状過磷酸石灰	Granular cal. Superph.	日本化学工業(株)	粒過石	G. C. S.	□
溶成燐肥	Fused Tricalcium Phosphate	信越化学工業(株)	溶燐	F. P.	⊠
塩化加里	Potassium Chloride	相互貿易(株)	塩加	P. C.	■
硫酸加里	Potassium Sulphate	日商(株)	硝加	P. S.	■
強化ガラス粉(粗)	Glass Powder (Coarse)	自製	ガラス(粗)	Ge	△
同 (中)	" (Medium)	"	同 (中)	Gm	△
同 (細)	" (Fine)	"	同 (細)	Gr	▲

施肥機の原因動力にはトラクタを用いることが望ましい。何故ならば、人力はその出力が過小であって作業能率を高めるのに適さず、また、生理的條件による出力変動が大きいため作業精度の低下するおそれがある。畜力はその出力の大きさの点では人力より有利であるが、その変

なお、試料としての肥料及び肥料粒子の概念をここで定めておく。“肥料粒子”というのは、粒度の粗細にかかわらず肉眼または顕微鏡下で1個ずつかぞえ得る単位固体で、文法上単数複数の別がある。粒子が疎または密に無数に存在する集合体を“肥料”と呼ぶ。従って、肥料は文法上物質名詞として扱われるが、2種以上のものを併せて呼ぶときは複数となる。

第2・2節 施肥機の改良目標と 施用方式の限定

施肥機改良の目標は、基本的には前章のような施肥作業機械化の意義に合致するものでなければならない。

動性では人力同様の欠陥があるからである。わが国の農用トラクタ普及の趨勢から見ても、トラクタ用作業機としての施肥機の改良普及は機械化作業体系確立の一基礎として要望されている。

作物の栽培様式には全面的播種(密播・密条播等)・

第2—2表. 施肥型式

名	称	施用形態	施用深度	時 期	備 考
(I) 全面撒布	Broadcasting	全面表層	耕起前または硬土前	耕起または硬土前	裸地または広い畦間
(II) 壟溝施用	Dropping in furrow	密条状	深層	耕起と同時に	ブラックモス底部
(III) 条状深層施肥	Drilling	条状	深層	播種直前または	種子の至近位置
(IV) 帶状深層施肥	Banding	帶状	深層	播種と同時に	種子の片側又は両側下方
(V) 表面撒布	Top Dressing	全面	作物表面	生育期間中	果樹園の枝葉作物等
(VI) 側方施肥	Side Dressing	帶状	深層		株側方の作土内層
(VII) 条状深層施肥	Drilling	条状	深層		牧草地等

条播及び点播等の別があり、これらの種別及び生育段階に応じて肥料施用型式も分化している（第2—2表）。これらの中で最も普遍的なものは带状または条状施肥であって、元肥・追肥の両方に用いられ、表の(II)の型式もこの一種の変形と見られる。条状施用方式はこれを多数並列すれば、表の(I)・(V)にも利用でき、しかも単

なる全面撒布より肥料分布を均等化し易い。また、作物の栽植様式も、わが国では条播ないし点播が多い。そこで改良すべき施肥機は条施を主とし附随的に撒施し得るものを前提として考えることにする。

なお、施肥機はその銘柄・型式等によって、同一作用部でもその名称が区々であるが、以下の記述の便宜上平均的な名称をここで選定しておく（第2—1図）。

第3章 実験研究課題の探索

施肥機改良に関連する実験研究の第一段階として、実際の場面から研究上の課題を探索する。

施肥機から肥料が排出される過程には、機械の機構・運転方法及び肥料の特性等の諸条件の総合的な関係が現われ、しかも、これらの諸条件の中にもまた相互の間にも各種の力学的諸要因がからみ合いつつ作用している。そこで、肥料の流動特性及びその改善対策を明らかにする上にも、また、施肥機の機械的改良方向を見出だすためにも、実際の施肥機の運転中に現われる諸問題を現象的にとらえ、これらを系統的に整理しておくことが今後の研究上有効かつ重要であろう。施肥機利用上の最大の難点が肥料の流動困難性にあることが従来も指摘されている(2), (5), (46)~(48) ので、この章の実験では、供試機の運転速度を常用基準をまたいで広範囲に変化させ、機械の運転速度上昇に対する槽内肥料の流動追従性の把握に重点をおいた。なお、以下の文中の※記号は第3・4節（第3—8表）との関連事項の所在を示す。

第3・1節 実験方法

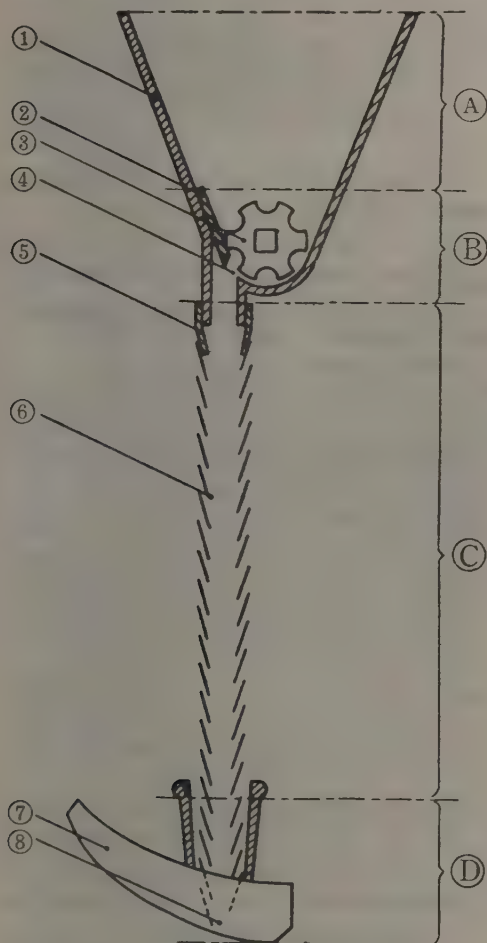
1. 供試施肥機及び試料

国産人力用機（うち1台は播種機を改造したもの）に米国製畜力・トラクタ用施肥機及び実験用試作機を加えた6種（第3—1表）を用いた。試料は第2・1節の11種を全部用いたが、いずれも室内貯蔵のままの状態（第3—2表）で供試した。

2. 実験装置及び操作

施肥機No. 1〜3は等辺山形鋼組み運転試験台に固定した。No. 4は大型なポテト・プランタの一部で施肥機だけを取りはずし難いので、プランタ全体をコンクリート床面上に固定した。No. 5〜6は直接木床面上に固定した。原動機と施肥機との間には数段の中間軸及び無段変速装置（K, K, 三木製作所製、L型）を入れ施肥機の主軸回転数を調節した（第3—3表）。

第3・2節 定性的に見た流動態様



- | | |
|----------------------|---------------------------------|
| ①槽 Hopper | ④肥料収容装置
Vessel of fertilizer |
| ②排出口調節板 Gate shutter | ⑤排出装置
Metering device |
| ③送器 Feeder | ⑥誘導装置
Conductor assembly |
| ④排出口 Discharge gate | ⑦開溝器
Furrow opener |
| ⑤導管差込み口 Tube plug | ⑧開溝置肥装置
Applicator assembly |
| ⑥導管 Delivery tube | |
| ⑦開溝器 Furrow opener | |
| ⑧放出口 Spout | |

第2—1図. 施肥機各部分の名称

第3—1表. 供 試 施 肥 機

	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6
略 称	ロール型	ピストン型	星形車型	回転底型	ベルト型	頂部排出型
排 出 作 用	ロール回転汲み出し	ピストン汲み出し	星形車回転掻き出し	底部回転遠心送り出し	ベルト搬送	底部上昇押し上げ
排 出 方 向	下 方	下 方	側 下 方	側 方	側 方	上 方
排出部回転軸取付法	水 平	水 平	垂 直	垂 直	水 平	垂 直
排 出 量 調 節 法	排出口間隙調節板が槽前面内壁沿いに上下する	ピストンが前後に二分され後部ピストンを進退させ、前・後部の間隙を変える	排出口の門の扉の上下による	左右1個宛の固定プラウを上り下し肥料をすくい上げる深さを変える	排出口側の側壁を上下し、側壁下縁とベルト面との間隙を変える	底板上昇速度の変化によるこの速度と掻き出しロータの回転速度との比は常に一定。
槽の形状	平面 長方形 側面 倒三角形 正面 長方形	円形 上部円筒形 下部倒円錐形 " "	円形 段付円筒形 " "	長方形 上部長方形 下部台形 " "	長方形 " " " "	長方形 " " " "
製 作 所	東京農機(株)	大和商会	International Harvester Co.	No.3に同じい	自 製	自 製
備 考	畑用人力用播種機を転用	水田用人力機主として粒状尿素追肥用	ローンプランタ附属機	ポテトプランタ附属機	槽内流動実験用機	槽内流動実験用機

第3—2表. 供 試 材 料 の 条 件 (単位:含水比%, 安息角 度)

型 式	項 目	試 料								料		
		硫安	石窒	尿素	過石	粒過石	熔燐	塩加	硫加	ガラス(粗)	同(中)	同(細)
ロ ー ル 型	含 水 比 角 安 息 比 角	0.5 38.6	1.5 42.5	0.3 35.5	8.2 41.7	7.4 37.8	0.4 44.4	1.0 43.5	3.3 37.8	0.2 37.4	0.3 38.1	0.3 39.3
ピ ス ト ン 型	含 水 比 角 安 息 比 角	0.5 38.8	1.5 42.4	0.5 36.5	8.3 42.1	8.7 39.1	0.5 45.2	1.3 50.6	4.1 40.4	0.4 39.6	0.1 37.3	0.4 40.8
星 形 車 型	含 水 比 角 安 息 比 角	0.5 39.0	1.9 44.0	0.3 34.1	10.7 42.7	5.5 35.3	0.6 47.5	1.6 52.6	3.1 37.1	0.3 38.0	0.2 37.5	0.5 41.6
回 転 底 型	含 水 比 角 安 息 比 角	0.3 37.1	2.6 44.5	0.6 37.3	7.8 40.8	7.0 37.2	0.3 44.7	1.7 52.9	4.5 40.9	0.3 36.0	0.4 41.2	0.4 40.6
ベ ル ト 型	含 水 比 角 安 息 比 角	0.4 38.4	2.3 44.3	0.8 37.5	7.3 40.4	8.5 38.3	0.5 45.6	2.1 53.4	3.8 39.9	0.2 36.4	0.2 38.0	0.4 40.9
頂 部 排 出 型	含 水 比 角 安 息 比 角	0.1 36.0	0.2 37.8	0.1 32.0	12.3 44.0	8.4 38.4	0.5 45.6	1.2 49.0	2.6 36.8	—	—	—

第3—3表. 運 転 条 件

	ロ ー ル 型	ピストン型	星形車型	回 転 底 型	ベルト型	頂部排出型
原 動 機	反撹起動型单相誘導電動機(400W)	同 左	同 左	分巻整流子三相誘導電動機(5.5KW)	反撹起動型单相誘導電動機(400W)	人 力
伝 動 装 置	Vベルトおよびチェーン	Vベルトおよびクランク	Vベルトおよび傘歯車	Vベルト・チェーン・傘歯車	Vベルト	ラックおよびピニオン
常用主軸回転数 r. p. m	約50	約45	約15	約32	約20	約20
供試主軸回転数 r. p. m*	10~60	16~78	7~42	20~120	10~60	10~60
試料充填高さ cm	16	20	20	20	20	35
排 出 口 (量) の 調 節	間隙 3 mm	" 12 mm	開度 9 mm	プラウ巾 54 mm 深さ 20 mm	間隙 6 mm	押上げ速度 0.38~2.28 mm/S

* いずれも6段に調節した。

1. 槽内の流動態様

(1) 施肥機型式別比較

同一肥料でも施肥機型式により流動態様が異なる。一般に、槽の水平断面積が排出口に向って狭小化する場合

は流動が妨げられ易く、また、槽容積の排出部作用面*に対する比（第3—4表）の大きい施肥機では流動が不円滑化する。

頂部排出型では槽の水平断面積がどの高さでも同一

第3—4表. 槽容量と排出部作用面積との関係

	ローラ型	ピストン型	星形車型	回転底型	ベルト型	頂部排出型
槽容量 ④ c.c.	5,059	4,941	46,248	113,418	21,450	10,237
供試時充填容積 ⑤ c.c.	5,059	3,867	11,294	11,174	9,720	10,237
排出部作用面積 ⑥ cm ²	78	6	227	1,384	486	592
②/⑥	65	823	204	82	44	17
⑤/⑥	65	644	50	8	20	17

で、槽底板自体が肥料を押し上げ、頂部排出口全面にわたリロータの掻き出し作用が行われるから、肥料は充填時とはほぼ同様の状態で円滑に頂部方向へ移動する。ベルト型及び回転底型においても、槽壁は鉛直またはそれに近く、槽底の水平断面積よりも広い底部全体が排出作用面となって肥料に剪断の影響を及ぼすから流動に停滞がない。また、星形車型でも星形車の作用面積が比較的大いために、槽底部で剪断・掻き出しが強力に行われ、肥料はほぼ円滑に流動した。これらに対してローラ型では槽が底部に向って狭小化し、その最も狭い部分で排出ローラの一部が槽内肥料に作用するだけであるから、槽内流動はかなり不円滑であった。また、ピストン型では槽底部が細くくびれて円管状となり、槽内肥料とピストンとはこの円管部に隔てられているため、ピストンは槽内肥料に作用せず、肥料は専ら重力によって流下するほかはないから、肥料によっては円管部上方に停滞して全く排出されないものもある****。

(2) 肥料別比較

流動難易の肥料間差異を概括すると、一般に粒子の細かいものは流動し難く***、石室・熔燐などは槽内の一部（一般に槽中央部）だけ排出されて側壁寄りに残留したり、ピストン型では全く排出されないなど、甚だしい不良現象を呈した。また、粒度には見掛け上大差がなくても、吸湿したものはそうでないものよりも流動し難い。ただし、含水比（第3—2表）の高いものが必ずしも流動性が劣るとは限らず、過石（8～10%）のようなものはそれより遙かに含水比の低い熔燐（0.3～0.5%）・塩加（1～2%）よりも流動し易かった。従って、このような肥料間差異は、肥料本来の物理性に吸湿****・充填*等の環境変化の影響が加わって生ずる後天的物理性が、施肥機の運転条件下に呈する挙動の差に基くものである。

(3) 流動の不連続性及び不均等性

A. 流動の難易

ここで“流動の難易”の意味を限定しておこう。まず、“流動”には槽内・管内等の閉路・半開路及び開放面での肥料粒子及びその集合体の運動をすべて含める。従って、頂部排出型のような場合も流動と呼ぶ。

次に、ここに述べた流動難易の判別基準は、“流動の連続定常性”いかんであって、これには次の二つの観点が含まれている。

イ. 槽内肥料が全体的に流動するか、それとも流動部と停滞部とに区別され得るか。

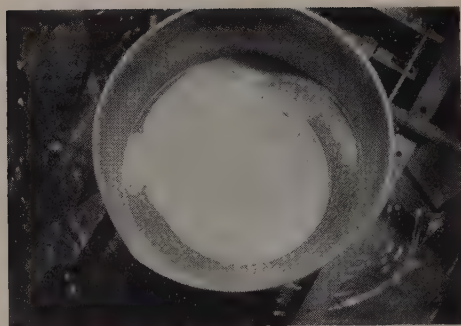
ロ. イ. の両方の場合を通じて、流動層中に流動速度の差があるかどうか、すなわち流動層内に流動の不均等性が認められるかどうか。

B. 流動の不連続性

まずイの観点から見ると、頂部排出型及びベルト型以外にはどの肥料も流動の不連続性を示す。従って、流動部と非流動部との間で肥料の剪断**が行われる。

頂部排出型では、肥料粒子は充填時の相対的關係位置をほぼ保ったまま全体が連続的に流動する。ベルト型では、運転開始とともにベルトに接した槽底の肥料が排出され、同時に排出口と反対側々壁近くの肥料表面に凹みを生じ、ここから側壁下端を経てベルト面沿いに流動層が生まれ、以後表層から上記凹み部へ絶えず肥料が供給されつつ流動が続く。回転底型では、底盤の回転があたかもベルトの作用に似た影響を肥料に与え、槽内肥料表面中心部を起点としてはほぼ垂直に下降し、底盤中心点近くを経て盤面上を渦巻状に盤周縁に向う流動が続けられ、槽周辺部の肥料は遅れて流動に加わる。星形車型で表面的に流動が確認されるのはやはり表面の凹み（第3—1図）であり、肥料は表層から逐次この凹みに流入・降下し、底部に達して星形車突起によって排出口へ掻き出さ

* 槽内肥料に接触しつつ排出作用を直接及ぼす部分の槽内に露出した表面積。



㊶ 星形車型（硫安）



㊷ ピストン型（硫安）

第3—1図. 肥料表面に現われる凹み

る。従って周辺部の肥料は始め滞溜し、遅れて流動に加わるが、流動性不良の肥料では、凹みの部分の肥料が槽底まで全部排出されても、周辺部はなお流動せず遂に残留するものがある。ピストン型の流動態様も基本的には星形車型と同様である(第3—1図)。ロール型では、肥料表面の凹みは表面中央部にロール軸方向に平行な溝として現われ、肥料は表層からこの凹みに流入・下降してロールに至る流動部とその両側の非流動部とに分けられる。

C. 流動の不均等性

次に、不均等性という観点から見れば、頂部排出型のような連続的流動の場合でも、槽の中央部と側壁附近とで粒子の速度に若干の差がある。しかし、この速度勾配は槽内肥料に断層的なズレを生ずる程は甚だしくない。ベルト型ではベルト面に接する肥料が最も速やかに流れ、それに続く部分の流速はこれに次ぎ、表面から凹部へ供給される斜面流の速度は更に遅く、肥料によってはその流動が間断化するものもある(第2報, 第12章参照)。他の型式では、表面の流動がほぼ一様で平滑に近いもの(尿素・粒過石等)と表面に亀裂を生ずるもの(石窒・熔燐等)とは明らかに判別され、それらの中間的なもの

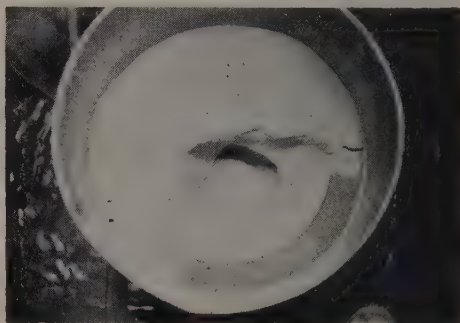
(硫安・過石等)では、ざざ波のような皺またはひだが現われて不均等流動の存在を示す(第3—1図㊶)。

なお、粒過石のように流動し易いものでも、例えば星形車型で運転速度を上げると表面に皺が現われる。これは、星形車の機械的排出作用の強化に対して槽内肥料の流動が追従し難くなることを示すものとして注目すべき現象である。

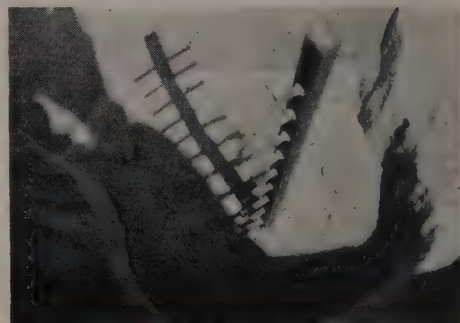
以上のような不均等流動では、流動層内の流動速度の不同による肥料の剪断が行われると考えられる**。

(4). 流動の迂回性

頂部排出型を除いて共通的な特徴は、流線の起点が排出口と対蹠的な位置にあることである。運転開始とともにまず排出される肥料が排出口の内側に近接するものであることはいうまでもないが、一たん排出が開始されると、引き続き肥料の供給は排出口周辺からは行われず、むしろ排出口に遠い表層部が流線の起点となる。このような流動の迂回性及び前記不連続性の要因を解析し、その結果に応じて機械の改良方向を見出だすことも今後の一研究課題である****。



㊸星形車型（硫加）



㊹回転底型（肥料：過石・アジテータの作用が側壁まで及ばない）

第3—2図. 槽内肥料の残留状態

第3—5表. 槽内の肥料の残留及び架橋

型 式	現 象	硫 安	石 窒	尿 素	過 石	粒過石	熔 磷	塩 加	硫 加	ガラス (粗)	ガラス (中)	ガラス (細)
ロ ー ル 型	a	●		●		●		●	●	●	●	●
	b		●		●		●	●				
	c											
	d											
ピ ス ト ン 型	a	●		●		●				●	●	●
	b				●		●	●	●			
	c		●									
	d											
星 形 車 型	a	●		●		●		●	●	●	●	●
	b		●		●		●	●				
	c											
	d											
回 転 底 型	a	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	b							●				
	c											
	d											
ベ ル ト 型	a	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	b											
	c											
	d											
頂 部 排 出 型	a	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	b											
	c											
	d											
計	a	6	3	6	3	6	3	2	4	6	6	6
	b	0	2	0	2	0	2	3	1	0	0	0
	c	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
	d	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0

注：1. a；全く残留しない，b；中央部だけ流下し排出され周辺部が残留，c；架橋，d；全く排出されない。

2. 槽の構造上必ず底部に少量の肥料が残るものは，これを無視してaに含めた。

(5) 肥料の残留

流動・排出終止後になお槽内に肥料が残る場合がある。頂部排出型・ベルト型では残留は全く認められないが，その他の型式では多くの肥料が主として槽周辺部に残留することが多い（第3—2図）。④特にピストン型では，槽内肥料全部が残留するかまたは運転開始時にごく少量だけ排出されて流動・排出が中絶するものが少なくない。更に，当初だけ少量の排出が行われ，槽底部に排出分だけの空洞を生じ，いわゆる架橋を生ずるものもある。以上の残留または架橋の出現状態を一括して第3—5表に示す。このような不良現象に対して，現在の市販機のアジテータ等の効果は甚だ不充分である（第3—2図⑥）。従って，今後の研究では，肥料及び槽の条件と残留との関係を明らかにし，その改良対策を見出す必要がある****。

(6) 流動に伴う肥料密度の変化

第3—6表. 流動による試料密度の変化

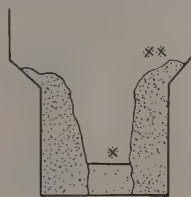
（貫入深の指数）

試 料	運 転 前		運 転 中	
	中 央 部	周 辺 部	中 央 部 (流動部)	周 辺 部 (停滞部)
石 窒	100	116	100	78
熔 磷	100	155	100	55

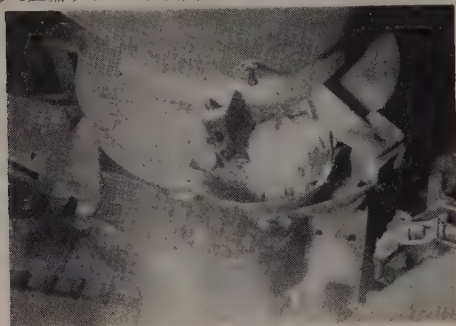
注：1. 貫入深測定装置は第7.1節(第2報)と同じい。

2. 運転開始前後とも，中央部の貫入深を100とする。

3. 測定部位



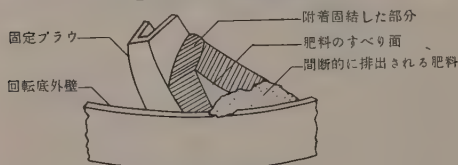
槽内流動のもう一つ注目すべき現象は、流動部では肥料密度が低下するように観察されることである。これは流線起点の肥料の崩壊からも推察されるが、その他の部分でも停滞部より流動部の方が膨軟化していることは、参考までに星形車型の運転を一時中止して測定した値(第3—6表)からも明らかである。しかも、充填当初は周辺効果(第2報、第7・1節参照)のために中央部よりも低い周辺部の密度が、運転開始後は流動部の膨軟化に伴って逆に中央部より高くなる。一般に粉・粒体では形状変化は容積変化を伴うといわれるが、この場合は密度低下すなわち容積増大を示したものであって、肥料の流動と容積変化との関係の解明は重要な一研究課題であると考えられる**。ただし、頂部排出型に限り、流動に伴って圧縮すなわち容積減少が生ずる(第2報、第13章)。



㉔ 尿素の連続的排出



㉕ 塩加の間の排出



㉔ ㉕の拡大図解

第3—3図. 回転底型の排出状態

2. 排出部の流動態様

(1) 流動の不連続性及び不均等性

ピストン型では、その排出機構上肥料が間断的に排出されることはいうまでもないが、星形車型でも、星形車突起のピッチの関係により排出に間断的な濃淡が認められる。しかし、回転底型等ではその機構上肥料は連続的均等に排出されるべきであり、事実多くの肥料は常にほぼ一定量ずつ連続排出される(第3—3図㉔)が、特に流動性の劣る肥料では間断的排出が認められた。例えば、塩加は槽内から底盤周縁部に向う流動が不連続的であるために、排出を司さる固定ブラウ面上にある程度滞留・集積されてからようやく底盤外壁を越えて反転・投擲されるから、その排出は間断化する(第3—3図㉕、㉖)。

(2) 肥料密度の変化

排出部の肥料の著しい固結は見られなかったが、第3—3図㉖のような場合は、固定ブラウ鑢面に塩加が附着固結し、本来の鑢面が滑り面として作用せず、その上に固結肥料による狭小な滑り面が形成されて後続肥料の流動・排出が円滑化している例である。固結部の肥料の貫入硬度は底盤上の流動部のそれより70~80%高く、附着肥料密度の緊密化を明らかに示す。すなわち、頂部排出型を除き、肥料の密度増加は流動・排出の不良化と相伴うようであり、従って円滑な連続的流動・排出のためには、肥料粒子間にある程度以上の間隙が保たれることが必要のように考えられる**。一方、肥料の機体への附着が常に流動を妨げるとは限らず、排出作用円滑化上ある程度の附着を必要とする場合もある。例えば、ベルト型ではベルト面に対する肥料の附着は排出のために不可欠の条件である。それ故、肥料の附着の機構及び流動・排出との関係を明らかにすることも今後の一研究課題である*。

3. 流動態様についての全般的考察

槽内流動と排出部の流動とは決して別個のものではなく、相互に密接に関連し合うことはいうまでもない。運転開始とともに排出部の作用によって当初の流動・排出が引き起されるから、どちらかといえば排出部の流動が基本的・先導的であり、槽内流動はこれに従属するようにも見られるが、反面、いかに排出部が円滑に作動しても槽内流動がこれに従順に追従しなければ排出は満足に行われ得ない。この意味で、槽内流動の規制要因を明らかにしてその円滑化を図ることは極めて重要である****。

肥料の流動過程に見られる諸現象を要約すれば、剪断・遠心力・反転及び圧迫等の作用下で肥料が膨張・圧縮等の容積変化を伴いながら呈する形状変化であって、そ

の過程及び結果で不連続性・不均等性・迂回性及び残留等の特性が現われる。従って、流動現象の本質を明らかにするには、各肥料が上記の各種外力下に示す動的特性を系統的に解析する必要がある。しかも、肥料は粒子の集合体であるから、その前提として、単位粒子及び粒子集合体の静的・動的特性の解明が行われなければならない。

第3・3節 流動・排出の量的関係

1. 排出量 (第3—7表)

(1) 施肥機型式別比較

いずれの肥料も施肥機運転速度の上昇に伴って排出量が増すが、その関係には次のような型式別特徴がある。

A. ロール型

速度上昇による排出量の増加率は加等では極めて低い。硫酸・尿素等のようにサラサラしたものでは高い。

B. ピストン型

流動性の劣る肥料は全く排出されず、11種の試料中6種だけが排出された。排出量は速度上昇とともに漸増するが、本来の常用回転数 (40~50 r.p.m) 附近で概ね最高となり、それ以上速度を上げて増加しない。この型の実験結果は、槽内流動を排出部の作用に追従させることの重要性を6型式中最もよく示す。

C. 星形車型

何れの肥料もよく排出されるが、特に硫酸・尿素・粒過石などは排出量が多い。また、他型式では排出不良の塩加が比較よく排出されたのは、星形車の強制的掻出し作用の特性によるものと思われる。

D. 回転底型

硫酸・尿素及び粒過石等はよく排出され、速度上昇に伴う排出量増加率も高い。他方、石室・熔燐等ではこの増

第3—7表. 肥料別型式別毎分排出量

単位: g

型 式	主 軸 r.p.m	肥 料							
		硫 安	石 室	尿 素	過 石	粒 過 石	熔 燐	塩 加	硫 加
ロ ー ル 型	10	1.02	0.38	1.30	0.50	1.21	0.72	0.15	0.99
	20	1.93	0.86	1.98	1.06	1.79	1.25	0.21	1.98
	30	2.48	1.22	2.58	1.52	2.39	1.68	0.25	2.76
	40	3.17	1.41	3.38	1.98	2.95	2.03	0.29	3.49
	50	4.06	1.66	4.02	2.35	3.35	2.54	0.34	4.30
	60	4.62	1.92	5.21	2.52	3.87	2.66	0.33	5.25
ピ ス ト ン 型	16	0.26	0.00	0.24	0.00	0.22	0.00	0.00	0.00
	32	0.50	0.00	0.45	0.00	0.39	0.00	0.00	0.00
	48	0.53	0.00	0.48	0.00	0.36	0.00	0.00	0.00
	64	0.52	0.00	0.37	0.00	0.34	0.00	0.00	0.00
	80	0.51	0.00	0.40	0.00	0.38	0.00	0.00	0.00
星 形 車 型	7	0.74	0.43	0.89	0.47	0.79	0.52	0.52	0.63
	14	1.49	0.87	1.75	0.84	1.52	1.06	1.03	1.30
	21	2.24	1.30	2.63	1.21	2.25	1.62	1.64	1.90
	28	2.95	1.69	3.46	1.68	2.06	2.26	2.13	2.54
	35	3.69	2.17	4.25	2.02	3.76	2.82	2.75	3.21
	42	4.47	2.60	5.09	2.43	4.45	3.37	3.24	3.89
回 転 底 型	20	3.62	1.05	3.41	2.43	2.75	0.99	0.28	2.56
	40	7.19	1.87	6.89	4.53	5.37	1.75	0.57	5.12
	60	10.67	2.71	10.36	6.49	8.06	2.59	0.94	7.94
	80	14.65	3.51	13.78	8.33	10.92	3.33	1.57	10.89
	100	18.66	4.38	17.39	10.66	13.76	4.16	2.05	13.61
	120	22.30	5.23	21.16	12.58	16.51	5.15	2.36	16.48
ベ ル ト 型	10	2.29	1.26	1.62	2.01	1.56	1.93	0.37	2.11
	20	4.69	2.50	3.48	4.07	2.97	3.81	0.56	3.78
	30	6.80	3.74	5.09	5.70	3.92	5.93	0.60	5.76
	40	8.78	5.06	5.74	7.66	5.14	7.95	0.66	7.57
	50	10.02	6.39	6.58	8.81	6.07	9.95	0.80	9.62
	60	11.07	7.29	7.17	10.13	6.72	11.29	0.91	10.99
頂 部 排 出 型	10	0.63	0.62	0.60	0.59	0.57	0.35	0.60	0.53
	20	1.20	1.22	1.22	1.08	1.09	0.71	1.11	0.99
	30	1.94	1.96	1.80	1.55	1.74	1.02	1.84	1.60
	60	3.66	—	3.60	3.39	3.48	2.24	3.37	3.47

加率は極めて低いが、一般に各肥料とも回転数と排出量との関係はおおむね規則正しく直線的である。

E. ベルト型

速度上昇に伴い、塩加を除くすべての肥料の排出量がほとんど直線的に増す。粒状肥料の排出量が比較的小さいのは、排出口間隙をやや狭く調節したことによる。

F. 頂部排出型

各肥料とも確実に排出され、速度と排出量との関係は直線的である。

なお、第3—7表によって常用回転速度附近の毎分排出量を比べると回転底型・ベルト型は特に多く、ピストン型は逆に基だ少なく、これらの中間にその他の型式が位置する。型式によって排出機構・排出量調節方式が異なるので、これで直ぐに比較し難い点もあるが、目的の施肥量の多少に応じた型式を選ぶ上の一参考とすることはできよう。

(2) 肥料別比較

同一型式の施肥機の排出量の肥料別差異は、型式による差異ほど大きくない。主軸回転数の増加に対する排出量増加率から見ると、

イ。どのような型式でも良好な排出性を示したもの……硫酸・尿素・粒過石及びガラス（粗・中）。

ロ。極端に狭い通路を与えない限り、いずれの型式でもほぼ良好な排出性を示したもの……過石・硫加及びガラス（細）。

ハ。頂部排出型のような強制的排出機構によらなければ実用的な排出性を示さないもの……石室・熔燐及び塩加。

2. 排出効率

排出部の汲み出し・掻き出しまたは押し出し等の作用部の構造・寸法・毎分作用回数及び排出口の大きさから、各型式別・運転速度別に毎分の理論的排出量が求められる。この量に対する実際の毎分排出量の百分率を“排出効率”と名付ける。排出部搬送容量を充たすだけの肥料が槽内から連続供給されればこの効率は100%になるから、排出効率の高低は排出部の運動に対する槽内流動の追隨性の良否を示す（第3—4・1〜第3—4・6図）。

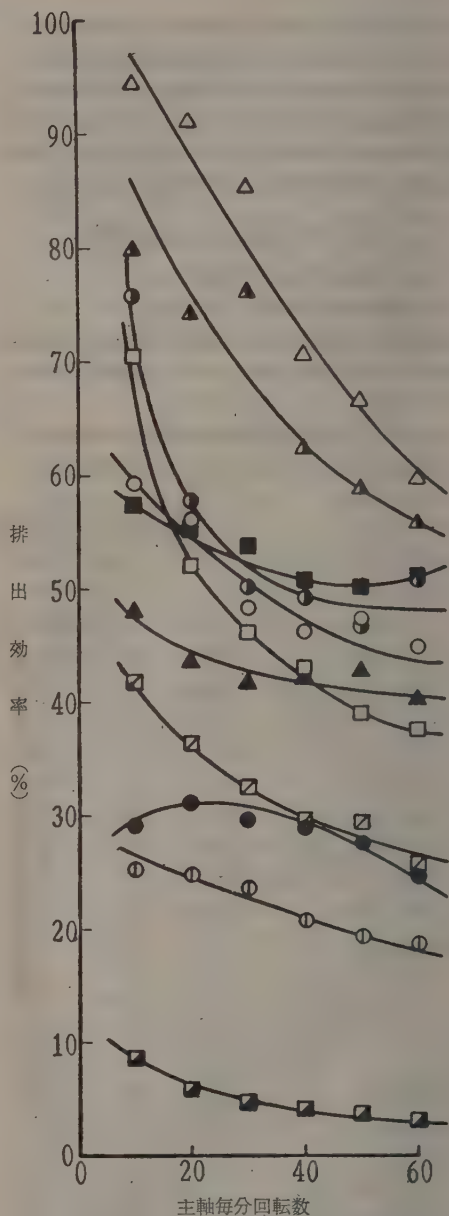
(1) 施肥機型式別比較

A. ロール型

速度の遅い間は比較的効率が高いが、速度上昇につれて効率はかなり急に低下し、その程度は粒度の粗い肥料の方が急である。

B. ピストン型

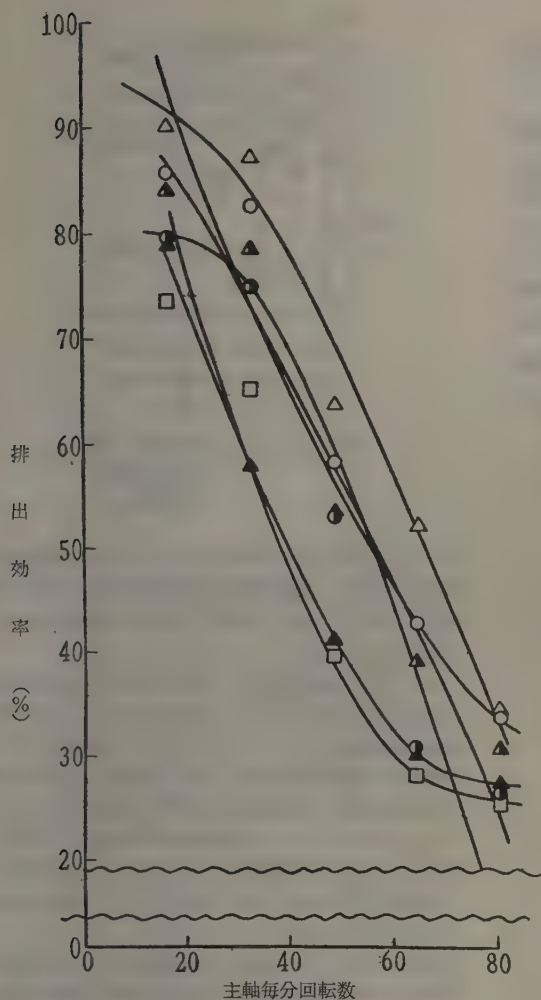
速度のごく遅い間は割合に効率が高いが、速度上昇に



第3—4・1図. 運転速度と排出効率との関係(ロール型)

伴う効率低下が6型式中最も甚だしい。なお、効率の肥料間差異は少ない。

C. 星形車型



第3—4・2図. 運転速度と排出効率との関係
(ピストン型)

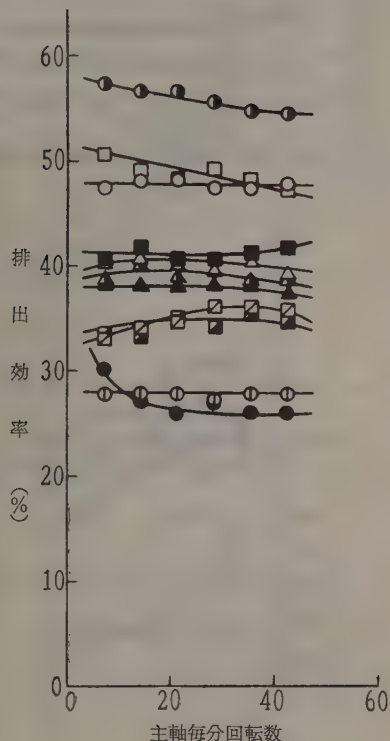
効率の肥料間差異が比較的少なく、各肥料とも速度上昇に伴う効率低下が極めて緩やかである。

D. 回転底型

排出量の多い割合に効率が低い。この型式では遠心力によって肥料が底盤周縁部へ送られるために、肥料密度が低下しその実容積が小さくなるからであろう。しかし、速度が上昇しても効率はほとんど変わらない。

E. ベルト型

肥料間差異は大きい、塩加を除き一般に効率が比較的高い。しかし、速度上昇とともに効率が下り、粒度の



第3—4・3図. 運転速度と排出効率との関係 (星形車型)

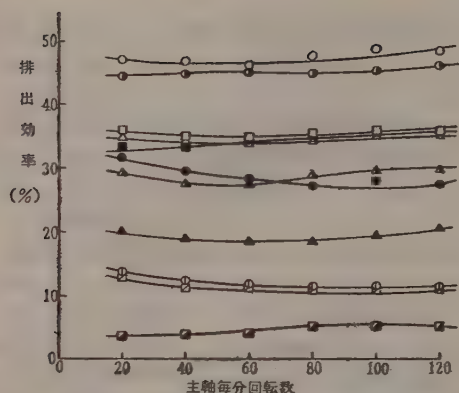
粗い肥料では特にその傾向が強い。

F. 頂部排出型

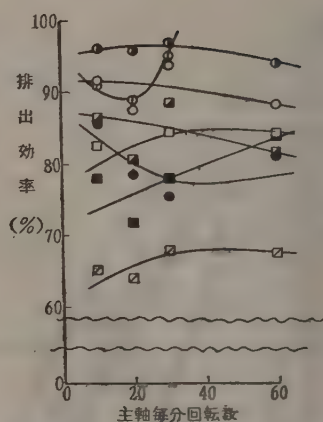
排出効率は6型式中最高で、速度の変化による効率の変動も僅小である。

(2) 肥料別比較

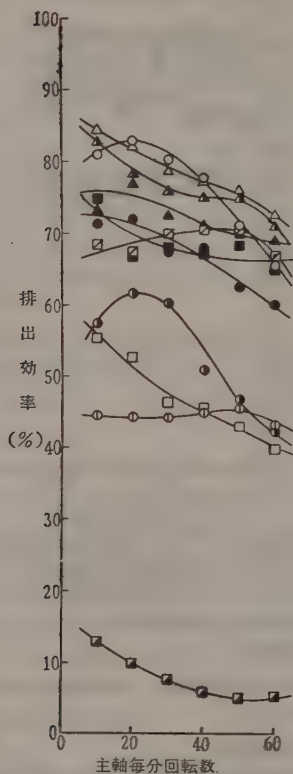
槽内流動が円滑で排出量の多い肥料は排出効率も一般に高い。しかし、このような肥料は流動性のより低いものに比べて、運転速度上昇に伴って効率が低下し易い。これは恐らく排出部に対する肥料の摩擦及び附着の関係によるものであろう。ロール型のように排出作用部の汲



第3—4・4図. 運転速度と排出効率との関係
(回転底型)



第3—4・6図. 運転速度と排出効率との関係
(頂部排出型)



第3—4・5図. 運転速度と排出効率との関係
(ベルト型)

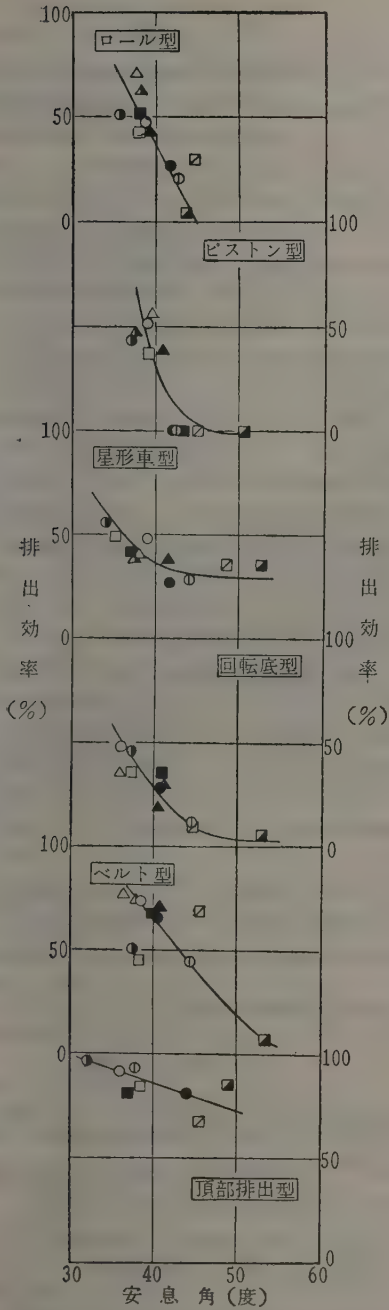
み出し溝が浅い場合、またはベルト型のように作用部が平面的な場合に、排出効率低下の肥料間差異が顕著に現われていることから、附着が排出に重要な役割をもつことがうかがわれる。

ところで、観察によれば、流動・排出が良好な肥料は一般に安息角が小さい。安息角(第3—2表)と平均排出効率との関係を見ると、いずれの型式でも安息角の大きい肥料ほど排出効率が低い(第3—5図)。従来も安息角は肥料の流動・排出性を示す便利な指標であるとされている^{2), 47), 48)}が、安息角が肥料のどのような特性を表わし、またその特性がどのように流動・排出を規制するかはまだ十分に明らかにされておらず、今後の研究にまたなければならない。

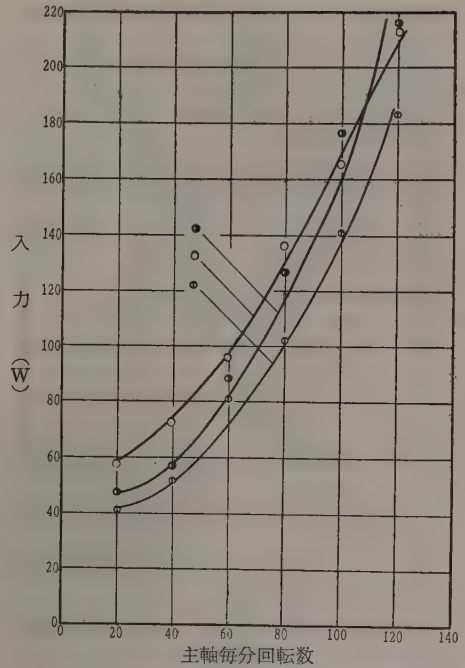
なお、第3—5図の曲線の勾配にはかなりの型式間差異がある。施肥機の使命からいえば、肥料の性質の変化によって性能が変わることは望ましくないから、同図の曲線の勾配が緩やかなものほど実用性が高いと考えられる。そして、このような型式間差異の生ずる理由を解明することも今後の一重要課題である。

3. 運転入力

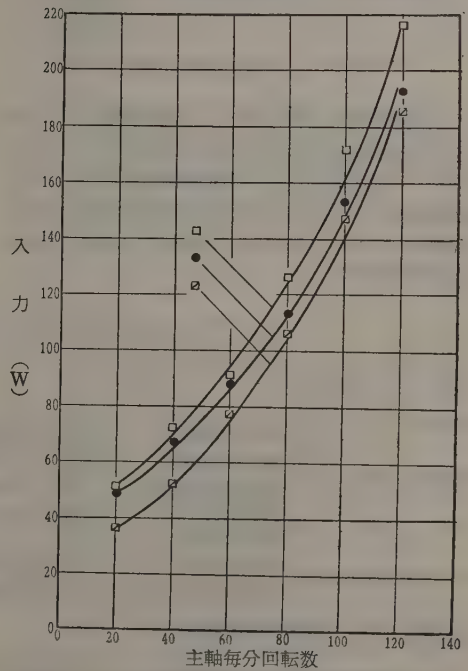
運転条件による排出効率の変動が最も少ない回転底型の場合について、肥料充填時と空転時との入力差を第3—6図に例示する。いずれの肥料も速度上昇とともに入力が増すが、一般に流動・排出性の高いものほど入力が増えることは注目を要する。肥料の流動・排出性とこれを排出する場合の抵抗との関係もやはり今後解明を要する一課題である。



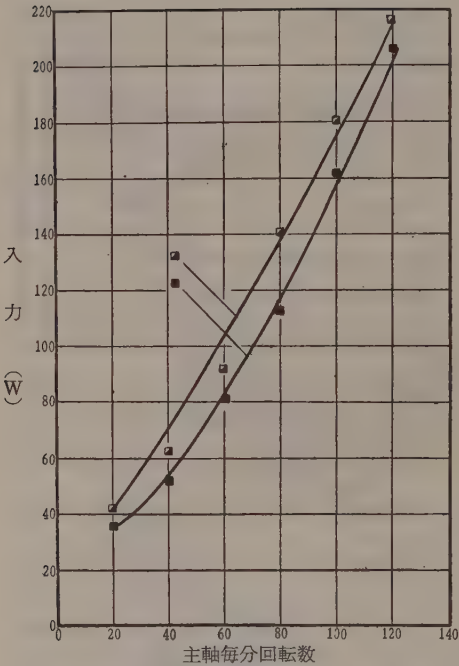
第3-5図. 安息角と排出効率との関係



第3-6・1図. 回転底型の入力 (窒素肥料)



第3-6・2図. 回転底型の入力 (磷酸肥料)



第3—6・3図. 回転底型の入力（加里肥料）

第3・4節 研究課題の所在

以上の実験結果の考察に基いて、施肥機改良に関連する肥料の特性についての研究課題を整理すれば第3—8表のようである。なお、この章の実験範囲外であったが、排出された肥料の放出時の挙動も重要な課題として加える必要がある。これらについての実験研究の成果は第2部以下に後報する。

第3—8表. 研究課題の概要

分類	項目	重点事項
基礎研究	(1)静力学的特性*	開放並びに閉鎖空間の摩擦・粘着・付着及び充填等についての特性 剪断・圧迫・返転及び投擲等の外力による容積並びに形状変化についての特性 上記(1)・(2)の前提条件としての粒子の大きさ・形状及び比重等の特性 温度・湿度等の変化に伴う(1)・(2)及び(3)の特性の変化の状態
	(2)動力学的特性**	
	(3)基礎的物理性***	
	(4)環境条件による特性****	
応用研究	(1)槽内流動特性*****	槽内流動態様とその規制要因・流動阻害要因とその解消対策 疎分散状態の管内・斜面等の流動態様とその規制要因
	(2)放出特性*****	

実用化研究—施肥機の改良試作

注：* の記号は第3・2節及び第3・3節の記述に対応する。

摘 要

粉・粒状肥料の特性を系統的に研究し、施肥機改良の方向を明らかにし、ようやく緒についた施肥作業機械化に役だてることがこの研究の目的である。この報告の第1部は背景の研究であって、主に調査研究によりわが国の施肥作業機械化の意義を明らかにし、実験対象の限定を行い、また、数種の施肥機の運転試験により、施肥機改良に関連する肥料の特性についての研究課題を整理した。

1. わが国の単位面積当りの肥料消費量は諸外国に比べて非常に多く、歴史的には購入肥料への依存度の向上・無機質肥料の増加及び新肥料擡頭の三大特徴を内包しつつ逐年漸増し、作物生産での肥料の効率が漸次低下している。農家の肥料購入費は経営費の約25〜30%を占め、農業収入に対するその比率も漸増傾向にある。肥料費は生産費中労働費に次ぐ費目であり、米麦で20〜30%、蔬菜・果樹では25〜40%程度を占めるが作物別変異が大きい。施肥作業の所要労力は耕耘・整地作業等に比べて概ね少なく、またエネルギー代謝率から見て必ずしも激しい作業ではないが、原始的用具に依存しているため、耕耘・整地の作業体系を必要以上に複雑化している。

2. 施肥作業機械化の意義は、栽培的には肥料分布の精度を高めて土地生産力を向上させ、作業的には作業精度向上と能率増進によって作業体系を単純化し労働生産力を高めることである。また、経営的には経営費・生産費を低減することである。従って、施肥作業の機械化は施肥機の改良を通じてその精度を向上することを主目標とすべきである。

3. 施肥機の機能向上には、肥料の槽内流動が排出部の作用に従順に追従することが最も重要であるが、施肥機の肥料の流動は重力及び機械的外力の作用下に肥料の

呈する形状変化であり、その過程及び結果から肥料の容積変化及び流動の不連続性・不均等性及び迂回性等が現われる。それ故、流動の規制要因を明らかにするには、肥料がこれらの外力下に示す動的特性をその静的特性との関連の下に系統的に解析する必要がある。

引用文献

- 1) 秋田県農試. 1960. 農用トラクターによる作業体系確立に関する研究. 61p.
- 2) BAINER, R., KEPNER, R.A. & BARGER, E.L. 1955. Principles of Farm Machinery. 571p. (New York)
- 3) BLAIR, G.W.S. & REINER, M. 1957. Agricultural Rheology. 222p. (London)
- 4) BROESHART, H. 1959. The Application of radioisotopic techniques to fertilizer placement studies in oilpalm cultivation. Netherland J. Agric. Sci. 7(2): 95~109.
- 5) CULPIN, C. 1957. Farm Machinery (5th ed.). 668p. (London)
- 6) CUMINGS, G.A. 1950. Commercially available fertilizer distributing equipment. Proc. Twenty-Sixth Annual Meeting, National Joint Committee on Fertilizer Application: 24~30.
- 7) DALLAVALLE, J.M. 1948. Micromeritics (Second Ed.). 555p.
- 8) 出口恭平. 1951. 施肥機. 機農 2378: 36~37.
- 9) DOLL, E.C., HATFIELD, A.L. & TODD, J. R. 1959. Vertical distribution of topdressed fertilizer phosphorus and potassium in relation to yield and composition of pasture herbage. Agron. J. 51(11): 645~648.
- 10) DOLL, J.P., HEADY, E.O. & PESEK, J.T. 1958. Fertilizer production functions for corn and oats. Agric. and Home Econ. Exp. Sta., Iowa State College, Research Bull. No. 463: 363~394.
- 11) EDWARDS, F. E. & ANDREWS, W.B. 1947. Machinery for applying anhydrous ammonia to the soil. Agric. Engin. 28(9): 394~396.
- 12) 江口彰. 1957. 動力施肥装置の実験. 機農 2463: 46~50.
- 13) ———. 1958 a. 施肥装置に関する 3 つの研究. 機農 2470: 60~62.
- 14) ———. 1958 b. 小型トラクター用施肥装置について. 機械化農業の岡山: 68~98.
- 15) ———. 1959. 農用小型トラクター用施肥装置について農機学会関西支部報. No. 10: 18~20.
- 16) FAO. 1959. 世界の肥料事情. 1958年報告. 69p.
- 17) 福武正躬・江口彰・山中秀雄. 1958. 動力耕耘機の附属作業機に関する研究. 第 3 報. 岡山農試臨時報告 56: 1~8.
- 18) 古川淳二・大前劬. 1951. 流動粉体の性質(第 1 報). 工化誌 54(12): 52~54.
- 19) ———. 1952. ——— (第 2 報).
- . 55(1): 3~6.
- 20) ———. 1953. ——— (第 3 報).
- . 56(8): 557~560.
- 21) FURUKAWA, J. & OHMAE, T. 1958. Liquidlike properties of fluidized systems. Ind. Eng. Chem. 50(5): 821~828.
- 22) 古島敏雄. 1949. 日本農業技術史(上, 下). 731p.
- 23) GUELLE, C.E. 1954. New development in fertilizer machinery. Agric. Engin. 35 (3): 165~167.
- 24) 橋本武. 1958~'59. カリウム・カルシウム及びマグネシウムの施用による作物体ヤング率の変化 (第 1 ~ 3 報). 日土肥誌 29(3): 117~122, 30(1): 10~14; 30(4): 157~161.
- 25) 早川宗八郎. 1955~'56. 粉体の物理化学(1)~(7). 機の研. 7(7)~8(2).
- 26) HEDMAN, C. L. & TURNER, J.R. 1954. Application of anhydrous ammonia fertilizer. Agric. Engin. 35(11): 801~803.
- 27) 広島県経済部農業技術課. 1955. 普及方法に関する調査研究—施肥を支配する人の調査—. 29p.
- 28) 広島県農試農機具科. 1952. 農繁期労働の合理化に関する研究. 同農試昭和 26 年度研究年報: 71~76.
- 29) ———. 1953. 水田裏作栽培の畜力一貫化に関する試験. 同県農試, 昭和 27 年度研究年報: 80~82.
- 30) ———. 1954. 急傾斜地帯における運搬労働の特質に関する調査実験. 同県農試, 昭和 28 年度研究年報: 45~47.
- 31) 肥料協会編. 1957. 肥料年鑑(昭和 33 年版). 287p.
- 32) 星出暁. 1956. 傾斜地農業の労働. 農業改良 6: 47~63.
- 33) 兵庫農試. 1955. 畜力用液肥施用機の試作研究. 昭和 29 年度農機具畜力利用試験研究成績: 488~493.
- 34) 稲葉泰三編. 1952. 農家経済調査報告(復刻版). 206p.
- 35) 井上章. 1948. 労働生理学序説. 214p.
- 36) IOWA STATE COLLEGE 1958. Evaluate equipment for granular DDT treatment on corn. Rep. Iowa State College, July 1, 1957, through June 30, 1958: 37~38.
- 37) 石塚喜明. 1953. 畑作におけるアンモニア水の施肥法. 農及園 28(6): 707~708.
- 38) JAPAN FAO ASSOCIATION. 1958. Agriculture in Japan. 85p.
- 39) 狩野秀男・小原勝蔵. 1960. 新しい施肥・播種機の構造と性能. 農及園 35(1): 161~164.
- 40) 勝木新次・沼尻幸吉. 1950. 労働の軽重と必需熱量. 労働の科学 5(5, 6): 1~147.
- 41) 川崎一郎. 1950. 地域別施肥基準. 農及園 25(1): 22~26.
- 42) ———. 1958. 肥料消費の実態と動向に関する調査. 日本農研報告 9: 1~46.
- 43) ———. 1959 a. 肥料需要の根源を探る. 農と経 25(2): 13~21 及び 25(3): 48~56.
- 44) ———. 1959 b. 肥料消費の動向を探る. 土壌改

- 良 8 (8): 25~29.
- 45) 弘法健三・藤原彰夫. 1952. 土と肥料. 187p.
- 46) 小原勝蔵. 1956. 最近における播種機と施肥機の性能. 農及園 31(3): 455~459.
- 47) ————. 1958. 施肥の機械化について. 機農 2464: 24~29.
- 48) ————. 手塚右門. 1957. 施肥機に関する研究. 農機学会20周年記念臨時大会講演要旨: 23~24.
- 49) KOLAIAN, J.H. & OHLROGGE, A.J. 1959. Principles of nutrient uptake from fertilizer bands. IV. Agron. J. 51: 106~108.
- 50) 窪田治夫・樺山資章. 1957. 金属粉末の流動率の測定. 住友電気 66: 48~57.
- 51) 窪谷順次. 1959. 肥料工業の展開構造. 農総研 13 (1): 33~80.
- 52) 国武正彦. 1958. 新農式下層施肥機. 農技 13(9): 396.
- 53) ————. 増田治策. 1960. 水稻下層施肥法. 農及園 35(1): 227~232.
- 54) LÉON, K.W. 1958. (西川兼康訳). バンカーの形状と石炭流出の問題. 機の研 10(5): 700~703.
- 55) 牧島象二. 1954. 粉体の科学とその応用. 科学 24 (9): 452~457.
- 56) MALKER, H.B. 1957. Engineering problems in fertilizer placement. Agric. Engin. 37 (9): 658~661, 676.
- 57) 松木五楼. 1959. 肥料の新傾向. 農業 53: 2~9.
- 58) 三井進午編. 1957. 液肥の機械施用に関する研究. 108p.
- 59) ————. 熊沢喜久雄. 1958. 日本における施肥技術の変遷と現状. 日本農業年報 8: 83~108.
- 60) 宮城県立斎藤報恩農業館. 1960. 小型ドリルファータイライザーの設計試作に関する研究. 昭和34年度農機具に関する試験成績書 1~22.
- 61) 村山登. 1959. 施肥の実態と施肥技術の動向. 農及園 34(6): 1032~1034.
- 62) MYERS, H.A. & LOVELY, W.G. 1957. Granular insecticide applicators. Agric. Engin. 38 (5): 298~301, 316~319.
- 63) 中橋勇作. 1956. 施肥機について. 機農 2443: 36~38.
- 64) 中村忠次郎. 1958. 穀粒体と各種材料面との摩擦係数について. 農機学会関西支部報 8: 45.
- 65) ————. 1959. 糶摺機に関する研究 (第15報). 農機誌 21(2): 55~58.
- 66) 中村誠助・梅本俊成. 1955. 馬鈴薯の施肥の位置と増収度. 農及園 30(3): 433~435.
- 67) NELSON, W.L. 1960. Soil fertility in soybean production. Soybean Digest 20(5): 10~12.
- 68) 新潟県農試. 1958. 下層施肥機の試作に関する研究. 昭和31年度農試年報: 68.
- 69) ————. 1959 a. 下層施肥機の試作研究. 昭和32年度農試年報: 77~78.
- 70) ————. 1959 b. 水田下層施肥機に関する研究. 機農 2491: 54~56.
- 71) 農業発達史調査会. 1952. 明治以降における農業技術の発達. 156p.
- 72) 農業機械学会. 1957. 農業機械ハンドブック. 1155p.
- 73) 農林省普及部. 1952. 農家の施肥量に関する調査. 営農改善資料 43: 200.
- 74) 農林省肥料課. 1957. 農林省登録肥料一覧. 467p.
- 75) 農林省振興局. 1957. 昭和31年度農業試験研究年報. 251p.
- 76) ————. 1956. 昭和32年度農業試験研究年報. 357p.
- 77) 農林省統計調査部. 1956. 農産物生産費調査解説. 234p.
- 78) ————. 1957. ポケット農林水産統計. 289p.
- 79) 農林水産業生産性向上会議. 1958. アメリカの土壤肥料. 海外農業生産性視察報告14: 133.
- 80) ————. 1959. アメリカの農業機械化. ———— 22: 138.
- 81) 沼尻幸吉. 1958. エネルギー代謝からみた運搬作業労働の科学 13(4): 263~210.
- 82) 小川和彦. 1957. 粉体科学序説. 117p.
- 83) 大橋一雄. 1958. 農業における運搬労働の問題点. 労働の科学 13(4): 251~262.
- 84) 奥原時雄. 1952. 肥料散布機に関する研究. 輸入農機具試験研究成績: 165~174.
- 85) 大前嘉・古川淳二. 1953 a. 流動粉体の性質 (第4報). 工化誌 56(10): 727~731.
- 86) ————. 1953 b. ———— (第5報). ———— 56 (11): 824~826.
- 87) ————. 1953 c. ———— (第6報). ———— 56 (12): 909~912.
- 88) ————. 1954 a. ———— (第7報). ———— 57(1): 7~9.
- 89) ————. 1954 b. ———— (第8報). ———— 57 (11): 785~787.
- 90) ————. 1954 c. 流動粉体のレオロジ-的性質について. 同上 57(11): 788~791.
- 91) 小野木重治. 1957. レオロジー要論. 210p.
- 92) 大槻正男. 1941. 農業労働論. 150p.
- 93) PARTNICK, W.H.JR., SLOANE, L.W., & PHILLIPS, S.A. 1959. Response of cotton and corn to deep placement of fertilizer and deep tillage. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 23: 307~310.
- 94) 沢田英吉・八嶺利郎. 1959. 長芋の栽培に関する研究 (第3報). 北大農邦文紀要 3(2): 27~34.
- 95) 沢村東平. 1957. 水田農業の作付方式に関する研究. 農技研報告 H 20: 194.
- 96) SHARP, M.A. 1944. A new liquid fertilizer distributor. Agric. Engin. 25(2): 58.
- 97) 新農林社編集局. 1959. 刈取・施肥・播種へのトラクター利用. 機農 2486: 19~27.
- 98) 白井伊三郎. 1937. 比較的局部的自由筋労作の定常状態における瓦斯代謝. 勞科 14(9): 784~796.
- 99) 庄司英信. 1941. 自動循環式精米機における穀粒の槽内流動について. 農機誌 5(2): 63~84.

- 100)———. 1942. 穀粒体の孔口流出限界巾及び安息角について. 同上 6(3): 107~119.
- 101)———. 1943 a. 漏斗状槽の孔口面に及ぼす穀圧について. 同上 7(1): 1~14.
- 102)———. 1943 b. 穀粒体の圧縮性に関する 2, 3 の実験. 同上 7(3): 81~94.
- 103)———. 1950. 穀粒体の斜面流動に関する実験的研究. 同上 11(4): 134~142.
- 104)———. 小笠隆夫. 1937. 穀粒の槽内流動に関する実験的研究. 同上 1(1): 16~41.
- 105)杉本清治. 1958. 施肥機に関する試験研究 I. 農機学会第17回総会講演要旨: 115.
- 106)~109) 鈴木嘉兵衛・井上司朗・阿部林・大山嘉信. 1951~1959. 茎葉類の飼料価値に及ぼす栽培条件の影響. 第II・IV~VI報. 関東々山農試研究報告 2: 92~96, 12: 13~25, 26~66, 67~77.
- 110)鈴木一夫. 1960. 北陸における機械化稲作栽培法. 農及園 35(1): 217~221.
- 111)———. 小幡宗平. 1956. 動力耕耘機の型式と水田肥料の分解. 農技 11(1): 29~31.
- 112)高橋治助. 1960. 水稻の倒伏に関する考察. 農及園 35(1): 19~23.
- 113)高橋浩一郎. 1933. 器底の孔より流出する粒状物質の流出速度その他に関する実験. 理研彙報 12(2): 984~993.
- 114)———. 野上茂吉郎. 1934. 砂の流動について. 科学 4(12): 501~502.
- 115)谷口吉郎. 1933. サイロ内における粉状物質の流動. 応用物理 2(7): 256~258.
- 116)田原虎次. 1959. 犁耕上からみた軽鬆土の特性とその犁体附着機構に関する研究. 東京農工大報告 3: 61.
- 117)手塚右門・小原勝蔵. 1959 a. 肥料の物理性に関する研究. 農機学会第18回総会講演要旨: 69~70.
- 118)———. 1959 b. 肥料排出管に関する試験. ————: 70~72.
- 119)東北農試農業経営部. 1957. カルチベータの汎用化に関する基本調査. 農機資料 5: 1~47.
- 120)———. 1959. 東北水田春耕作業の単純化に関する実験研究. ———— 15: 57.
- 121)常松栄・小野哲也. 1952. 安水施肥機の試作並にその性能について. 農機誌 13(3,4): 34~41.
- 122)植松時雄. 1953. 粉体および粒体の研究. 日機学誌 56(1): 408~413.
- 123)涌井学. 1947. 水田裏作小麦の労働生産性に関する一実験. 農及園 22(10): 504~506.
- 124)———. 1951. 農用車のくふう. 機農 2384: 35~38.
- 125)———. 1953. 水田裏作麦の労働技術に関する実態調査. 広島県農試昭27研究年報: 76~79.
- 126)———. 1955. 施肥労働を軽減する道. 農文 98: 84~87.
- 127)———. 1958 a. 農業労働の単純化に関する研究: 108.
- 128)———. 1958 b. 小型動力カッターの総合的な活用法. 農及園 34(9): 1351~1354.
- 129)———. 1960. 機械化による単作水田農作業の単純化. 同上 35(1): 253~257.
- 130)———. 高橋幸蔵・池田一朝・月館鉄夫・金田一禎造. 1958. 水田裏作の作業技術に関する研究. 第1報. 東北農試研究報告 13: 113~135.
- 131)渡辺兵力. 1959. 農業経営と肥料. 農及園 34(6): 1027~1031.
- 132)山形県農機具研究所. 1960. 砂丘地用ドリルシーダーの試作について. 東北農機具試験研究打合せ資料.
- 133)柳沢幸男・斎藤実. 1958. 土壌及び施肥量の相異が亜麻の生育と期の脂肪含有量に及ぼす影響. 農及園 33(8): 1265~1266.
- 134)矢野武夫他. 1958. 各種混合機の最適操作条件. 化工 22(12): 758~763.
- 135)———. 1957. Granular chemical equipment. Agric. Engin. 38(9): 684.

Résumé

For the purpose of being used as reference to the mechanization of fertilizer application, which is fairly under way in Japan, the author intended to throw light upon the fundamental direction of the improvement of fertilizer distributors, based on systematic studies on physical properties of powdered and granularized fertilizers.

Part 1 contains the background researches for experiments. The significance and objective of mechanization of fertilizer application in Japan were clarified chiefly by studies on literatures and investigations on farm works. Nine kinds of fertilizers (ammonium sulphate, lime nitrogen, granular lime nitrogen, granular urea, calcium superphosphate, granular calcium superphosphate fused tricalcium phosphate, potassium chloride and potassium sulphate) and other objects of experiments were selected or limited. And, subjects for experimental studies on characteristics of fertilizers being related to the improvement of fertilizer distributors were put in order classificatorily after the running tests of six types of distributors.

1. The amount of consumption of fertilizer per a unit area in Japanese agriculture is very much in comparison with foreign countries and is increasing year by year accompanied with three remarkable tendencies, namely, the raise-up of the dependence on purchasing fertilizers, the increase of inorganic fertilizers and the rise of new fertilizers such as urea, fused tricalcium phosphate and so on. Consequently, the efficiency of fertilizers in crop production is being lowered gradually. About 25~30% of the total cost of farm management per an average farm is occupied by the purchasing cost of fertilizers, the ratios of which to farm income and agricultural income are inclined to increase lately. The cost of fertilizers is a large item next to the cost of labour in the cost of crop production. The ratio of fertilizers used to the total cost of crop production is about 20~30% in case of rice, barley and wheat, and about 25~40% in vegetables and fruit trees. The labour required in fertilizer application to crops, the amount and ratio of which are inclined to be larger respectively almost in proportion to the cost of fertilizer per a unit area and its ratio to the total cost of crop production, is generally less than in plowing, harrowing or cultivating. The works of fertilizer application, which are not always heavy or severe in view of the value of energy metabolic ratio, are performed by so primitive implements as of old that delay of the mechanization of this works becomes remarkable as the mechanization of other farm works advances. The undevelopment of implements for fertilizer application not only varies the working methods of fertilizer application, but also complicates working systems of cultivation. Yet it is important that fertilizer applicating operations are more organic and more effective to the growth and yields of crops than cultivating operations.

2. The significance of the mechanization of fertilizer application is to distribute fertilizers as adequately as possible and raise the productivity of land from the side of crop growing, to simplify the working system and raise the productivity of labor through improving the performance and efficiency of works from the side of farm work, and to decrease the cost of crop production and farm management through the more effective utilization of fertilizers and the increase of working efficiency from the side of farm economics. Consequently, the mechanization of fertilizer application should aim chiefly at to raise the performance of the works of fertilizer application by the improvement of fertilizer distributors.

3. It is most important for the elevation of the function of fertilizer distributors, the efficiency of delivery in particular, that fertilizers in a hopper flew obediently following to the action of the

delivery mechanism. The flowing aspects of fertilizers in a hopper vary according to the delivery types of distributors, and the more widely fertilizers are given mechanical shearing in a hopper, the more smoothly they flow. The flow of fertilizers is deformation which fertilizers show under the action of gravity and other external force.

By this forces fertilizers are sheared, inversed, throwed or compressed, and in the process (and the result of flowing, appear such characteristics of fertilizers as discontinuity, unequality, detour of flow and change of volume. Therefore, to clarify the dominant factors controlling flow of fertilizers and to intend to smooth their flow, kinetic characteristics of fertilizers under various external forces should be analyzed systematically connectedly with their static characteristics.

てん菜の栽培期間決定に関する農業気象学的研究
第1報. 播種期決定の方法について

伊 達 了

Agro-meteorological study on the determination of a cultivation
period of sugar beet

1. on a determination method for the sowing date

Satoru DATE

1. は し が き

近年東北地方では急速にてん菜の導入が考えられ、各地でさかんに試作がおこなわれるようになり、すでに導入を実施している地域もあり、てん菜栽培は今後ますます発展しようとしている段階にある。筆者は東北開発株式会社委託により東北各地域の試作地の栽培状況を視察し、てん菜栽培にたいして気象条件の解明を加えたが、その栽培方法についてはなお多くの検討すべき点があるように感じられた。特に栽培期間を左右する播種期及び収穫期の決定についてはそのよるところがあきらかでない。このことについて筆者はてん菜の栽培期間は東北地方では、日平均気温が10℃となる初日からその終日までを目標とすることの妥当性を提唱したのであるが^{1), 2), 3), 4)}、ここでは昭和34年東北農試栽培第2部作物第1研

究室が厨川でおこなった試験について農業気象学的見地から、てん菜生育と気温との関係を解析し播種期の理論的決定方法を考究し、てん菜栽培の計画化確立に寄与しようとしたものである。

終りに資料を提供された作物第1研究室に深謝するとともに、閲読された八柳栽培第2部長及び示教にあずかった農業気象研究室長羽生寿郎氏に深く謝意を表し、また原稿作成に助力された内島立郎氏の労を多とするものである。

2. 出葉日数の特徴

1. 0～5葉期

発芽後第5葉の出葉に要する日数は第1表にみるように、播種の最早であるIV/16の場合が最も長く35日を要し、播種期がおそくなるにつれて所要日数が短縮され、

第1表. 播種期別の5葉ごとの出葉日数

Table 1. Number of days for emergence of each five leaves on every sowing date

播 種 期 Sowing date	IV, 16	IV, 30	V, 28	VI, 25	VII, 23	VIII, 20	IX, 17
葉 序 Leaf order							
0 ~ 5	35	29	24	20	18	22	29
5 ~ 10	11	10	9	11	9	10	—
10 ~ 15	9	10	7	7	8	10	—
15 ~ 20	9	8	9	8	7	12	—
20 ~ 25	9	8	9	9	9	—	—
25 ~ 30	11	8	9	9	12	—	—
30 ~ 35	9	10	9	10	—	—	—
35 ~ 40	8	9	9	10	—	—	—
40 ~ 45	8	10	7	—	—	—	—
45 ~ 50	10	9	9	—	—	—	—
50 ~ 55	9	8	—	—	—	—	—
55 ~ 60	7	7	—	—	—	—	—
60 ~ 65	9	10	—	—	—	—	—
5 以 降 平 均 Average from 5th to 65th	9.1	9.7	8.6	9.1	9.0	9.6	—

第2表. 第5～65葉期の5葉ごとの出葉日数の出現回数

Table 2. Frequency for the class value of respective number of days for the emergence of five leaves from 5th to 65th leaf order in the case of different sowing date

播種期 Sowing date	5葉ごとの出葉日数 No. of days for leaf emergence	7	8	9	10	11	12	13	計 Total
IV, 16		1	2	6	1	2	—	—	12
IV, 30		1	4	2	5	—	—	—	12
V, 28		2	—	7	—	—	—	—	9
VI, 25		1	1	2	2	1	—	—	7
VII, 23		1	1	2	—	—	1	—	6
VIII, 20		—	—	—	2	—	1	—	3
計 Total		6	8	19	10	3	2	1	49
頻度歩合 (%)		12	16	39	20	6	4	2	99
Percentage of frequency		12	16	39	20	6	4	2	99

Ⅶ/23の場合は最も短く18日であるが、これより播種期がおそくなるとふたたび日数は長くなっている。

2. 第5～65葉期

第5葉期以降第65葉期までの出葉について各5葉ごとの出葉日数は、播種期及び葉期の差異によって特に著しい差異はみられない(第1表)。全体の出葉日数を示すと、第2表にみるように9日の場合は39%で最多頻度を示し、8～10日の合計では76%の頻度となり、第5葉期以降5葉毎の出葉日数はだいたい9日内外が通例のように考えることができる。

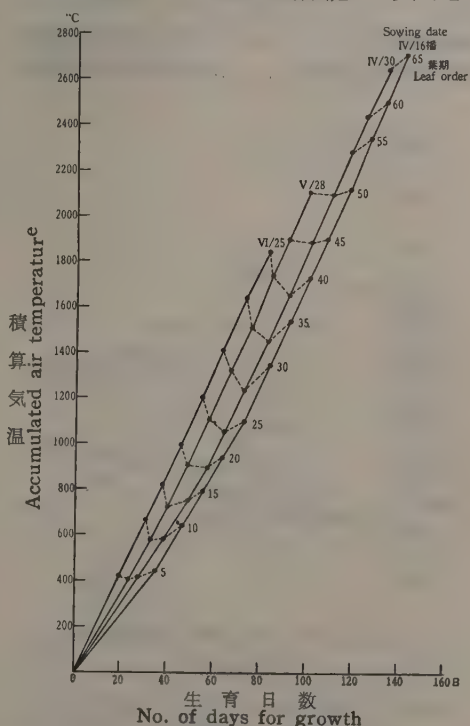
従っててん菜の出葉日数は第5葉期までは播種期の早晚により著しい差異を生ずるが、第5葉期以降はだいたい一定であるということが知られる。

3. 出葉期と積算気温

Ⅳ/16・Ⅳ/30・Ⅴ/28・Ⅵ/25及びⅦ/23の播種期別に各出葉期にたいする日数と積算気温を示すと(第1図)、早く播種するほど同一積算気温に到達するには長い日数を要する。これは早く播種する場合には第5葉期に到達するのに長日数を要することによるものであり、第5葉期以降の所要日数にそれほどの差のないことは第3表に示すとおりである。しかしⅤ/28の播種の場合に最も短

い日数を示しているのは、気温推移の過程でもっとも高温な条件を経過することによるものと判断できる。

つぎに第5葉期と第45葉期では播種期の早晚に関係なく積算気温がほぼ等しい値を示していることは注目を要するところであり、このことは積算気温上からみると



第1図. てん菜の出葉期と積算気温

Fig. 1. Leaf order and accumulated air temperature

第3表. 第5葉期以降の各出葉期における出葉日数
Table 3. Number of days for leaf emergence

播種期 Sowing date	Ⅳ/16	Ⅳ/30	Ⅴ/28	Ⅵ/25	Ⅶ/23	Ⅷ/20
葉序 Leaf order						
第5葉	10	11	10	9	11	9
第5葉	20	29	28	24	29	24
第5葉	30	49	44	42	44	45
第5葉	40	66	63	60	64	—
第5葉	50	84	82	76	—	—
第5葉	60	100	97	—	—	—
第5葉	65	109	107	—	—	—

第4表. 播種期から第5葉期までの積算気温と出葉日数
Table 4. Accumulated air temperature and number of days
from sowing date to 5th leaf emergence

播 種 期 Sowing date	IV/16	IV/30	V/28	VI/25	VII/23	VIII/20	IX/17
積 算 気 温 (°C) Accumulated air temp.	449	416	406	420	405	482	479
日 数 No. of days	35	29	24	20	18	22	29

ん菜の出葉過程, すなわち生育には二つの段階のあることを示唆するものといえよう。

(1) 第5葉期の積算気温

播種から第5葉期までの積算気温と出葉日数は第4表にみられるように, 播種期により出葉日数はかなり異なるが, 積算気温はほぼ近似していることが知られる。

一般に積算気温 θ は

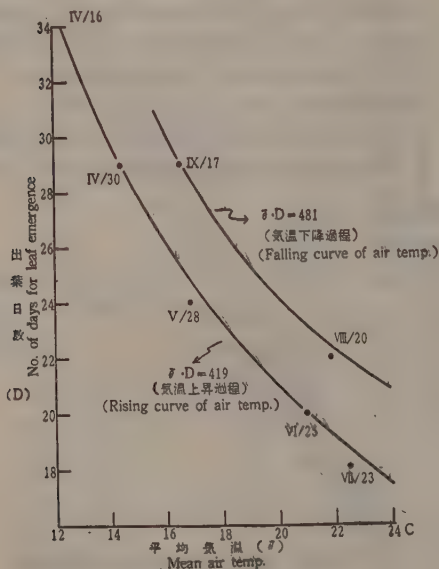
$$\theta = \sum_{i=1}^D \theta_i = \bar{\theta} \cdot D \dots \dots (1)$$

で表わされる。ただし, $\bar{\theta}$ はそれぞれ積算日数 D 日の平均気温を意味する。いま第5葉期までの出葉日葉

及び平均気温と積算気温との関係を図示すると第2図のようになる。これに第4表の値を記入してみると, 気温の最高期以前に播種した場合と以後の場合では積算気温の値は異なることが知られる。

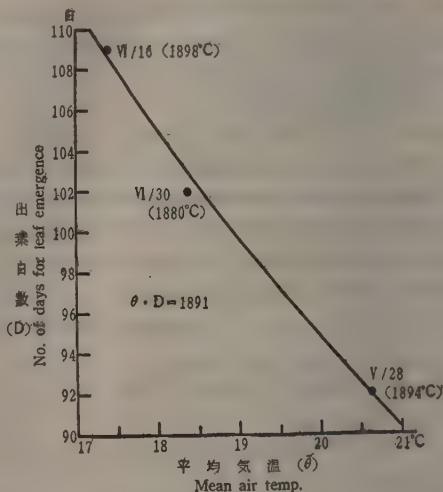
(2) 第45葉期の積算気温

第45葉期の播種期別の積算気温と出葉日数を図示すると第3図のように, 積算気温は播種期の早晚にかかわりなく, だいたい1900°Cを必要とするように思われる。これについて, 作物第1研究室はてん菜は第40葉期頃に最大葉面積を示し, 以後は新旧葉の交代によって葉面積を維持することを指摘している³⁾。そして積算気温との関係は第3図に示したように第45葉期までの積算気温が一定であることなどから, 同葉期がてん菜の生育相の転換



第2図. 第5葉期所要日数と気温 (添付のローマ・アラビア数字は播種期)

Fig. 2. Number of days from sowing date to the emergence and air temp. (Numerals show sowing date in Fig.)



第3図. 第45葉期所要日数と気温 (カッコ内の数字は実際の積算気温)

Fig. 3. Number of days from sowing date to the 45th leaf emergence and air temperature (Parenthesized numbers are real accumulated air temp.)

期とみることができよう。なおこのことから前述の第5葉期もまた生育の転換期であろうことが推察される。これによって積算気温の等しくなるてん菜生育の段階として、ひとつは初期生育期、他は生育最盛期を指摘できるのである。

4. 第5～65葉期の5葉ごとの出葉日数と気温

出葉日数は気温によりどのような変動を示すものかということをみるため、播種期の移動をも含めたてん菜の生育について5葉期間の日数と気温の平均値を対比してみると、第5表に示すように出葉日数の短い場合は気温が高く、出葉日数の長い場合は気温が低く、出葉日数は明らかに気温の影響を受けることが知られる。さらに個々の出葉日数と平均気温との関係を示すと第4図のようにやや顕著な負の相関(-0.455^{***})がある。この場合の回帰方程式は次式によって示される。

$$D=14.581-0.261\bar{\theta} \dots \dots \dots (2)$$

ただし、 D : 5葉毎の出葉日数 $\bar{\theta}$: D 日間平均気温

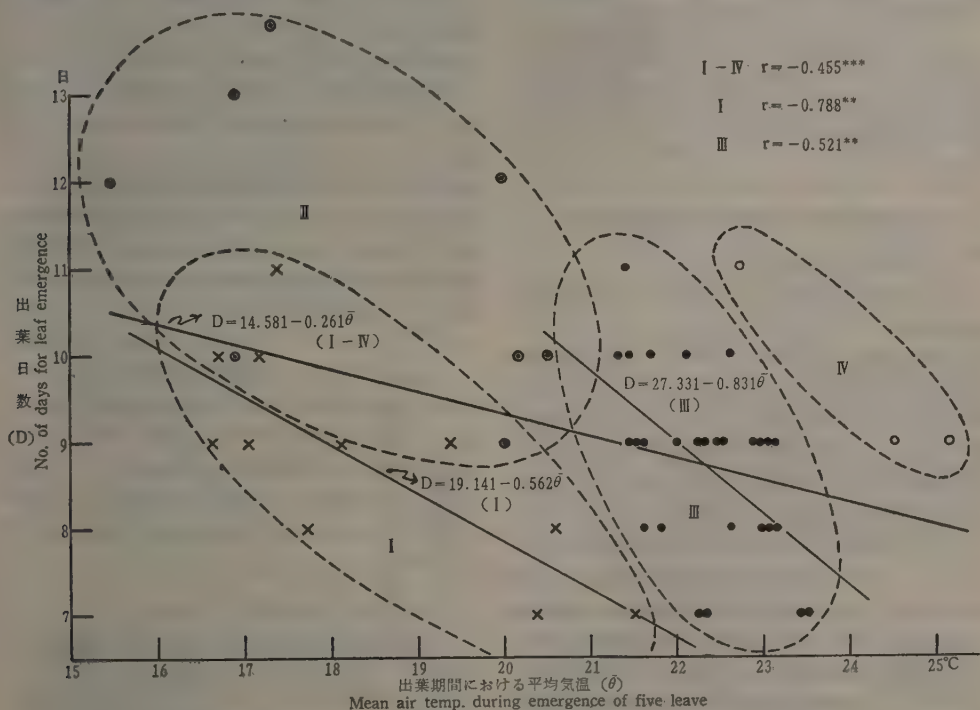
これによると気温 1°C の高低にたいし、出葉日数は一

0.3日変化する。しかし各出葉日数にたいする気温の範囲は著しく広がっている。これを各出葉期の気温推移の類型によって分類すると、第6表のように4区分できる。第4図では点線でかこんだものがこれに該当する。このような分類によると、さらに出葉日数と気温との関係は明らかに示される。いま回数が多いI及びIIIの場合の相関係数を求めると、全体の場合に比べてさらに関係の深いことが知られる。その回帰方程式は

第5表、第5～65葉期の5葉ごとの出葉日数にたいする平均気温

Table 5. Mean air temp. during each period of respective number of days for 5-leaves emergence from 5th to 65th leaf

5葉ごとの出葉日数 No. of days for 5-leaves emergence	7	8	9	10	11	12	13
平均気温($^{\circ}\text{C}$) Mean air temp.	22.2	21.7	21.5	20.0	20.5	17.8	16.8
回数 Days	6	8	19	10	3	2	1



第4図、第5～65葉期の5葉ごとの出葉日数と気温

Fig. 4. Number of days for the emergence of each five leaves from 5th to 65th leaf and air temperature

第6表. 出葉時期別による気温の推移と類型
Table 6. Seasonal changes and types of air temperature

区分 Group	出葉時期 Period of leaf emergence	日平均気温 Daily mean air temp.	気温推移 Course	気温類型 Type	回数 Frequency
I	V, 31 ~ VII, 6	16.5 ~ 21.0 °C	上昇期 rising	やや低温 somewhat lower	11
II	IX, 11 ~ X, 12	14.0 ~ 21.0	下降期 falling	やや低温 somewhat lower	7
III	VII, 8 ~ VII, 25	21.0 ~ 22.5	上昇期 rising	やや高温 somewhat higher	28
	VIII, 8 ~ IX, 10	23.0 ~ 21.0	下降期 falling	やや高温 somewhat higher	
IV	VII, 25 ~ VIII, 21	22.5~23.5~23.0	最高期 highest	高 high	3

I の場合 $D=19.141-0.562 \theta$ (3)

III の場合 $D=27.331-0.831 \theta$ (4)

となり、気温のやや低い場合には、気温 1°C の高低にたいして出葉日数は -0.56 日変化し、気温のやや高い場合には 1°C にたいして -0.83 日の変化を示すことから、気温の高い場合は低い場合に比べ出葉日数は気温の変化による影響を大きくうけることが推察されよう。

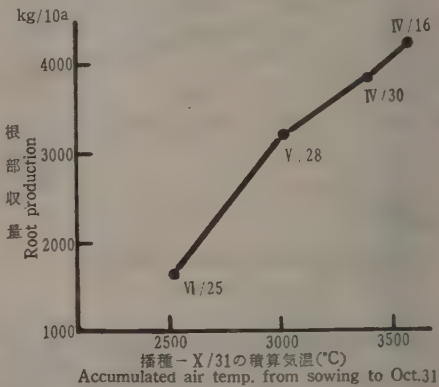
ようするに出葉日数はだいたい 9 日内外が通例のようであるが、最短 7 日・最長 13 日にわたり、最短の場合の気温は 23.4°C 及び最長の場合の気温は 16.8°C を示すことから、出葉期間は気温の影響を大きくうけることが明らかであろう。

3. 根部収量と生育期間ならびに積算気温

1. 根部収量と積算気温

てん菜の生育の終止時期は、地上部の生育が地下部の充実に寄与しなくなる時期とみることができよう。すなわち各地の試験成績の結果によりだいたい日平均気温が 10°C となる頃と推定しても大きな誤りはないように考えられる。かりに、日平均気温が 10°C となる日を生育の終止期とするならば、生育の終日は播種期の早晚にかかわりなく同日となる。したがって播種期の早晚は単に生育期間の長短または積算気温の高低を規制する要因にすぎないから、根部収量にたいする要因としては播種期の早晚ということより、生育期間または積算気温を考慮することが合理的であろう。そこで第 5 図に根部収量と積算気温の関係を示したが、積算気温の高いほど根部収量は増大し、積算気温が 3000°C を下ると急減するような傾向がみられる。しかし積算気温は終日が同じ場合は日数の長いほど増大するのは当然であり、積算気温の高低は日数の長短を意味することになるから、根部収量の多少を左右する要因は、積算気温によるものか、あるいは生育日数

であるかという疑問が生じてくる。積算気温・日数及び平均気温は第 7 表に示すように、早播するほど日数が長く積算気温は高いが、気温の平均は日数が長いほど低い値を示している。すなわち日数の長い場合の積算気温の低いことはたんにみかけ上のもので、実質的には気温的にはむしろ低いことを示すものである。したがって、たんにこのことだけからすれば日数が長く、気温の低い場合は日数が短く、気温の高い場合より根部収量にたいして有利であるということになり、根部収量に及ぼす影響は気温ではなくてむしろ日数の長短が有利のように感じられる。しかし第 5 葉期に到達するには早播ほど長い日数を要するが、その積算気温は等しいということと、第 5 葉期以降の出葉日数は播種期の別に関係なくだいたい等しくなるということなどから、生育の出発点を第 5 葉期以降として考えてみると、第 7 表の中段に示すように、気温の平均値は VII/23 播種の場合を除けば大差がなく、と



第 5 図. 根部収量と積算気温の関係

Fig. 5. Relation of the accumulated air temperature to the root production

第7表. 播種期及び第5葉期からX/31までの積算気温・日数及び平均気温
 Table 7. Accumulated air temperature, number of days and mean temperature
 from sowing date or 5th leaf emergence to Oct. 31

播 種 期		IV/16	IV/30	V/28	VI/25	VII/23
播 種 ~ X/31 From sowing date to Oct. 31	積 算 気 温(℃) Accumulated air temp.	3596	3400	3003	2523	1898
	日 数(日) Days	199	185	157	129	101
	平 均 気 温(℃) Mean air temp.	18.1	18.4	19.1	19.6	18.8
第 5 葉 期 ~ X/31 From 5th leaf emergence to Oct. 31	積 算 気 温(℃) Accumulated air temp.	3147	2984	2597	2103	1416
	日 数(日) Days	164	156	133	109	83
	平 均 気 温(℃) Mean air temp.	19.2	19.1	19.5	19.3	17.1

くにIV/16及びIV/30の場合はほぼ等しい値を示している。すなわち、生育期間の平均気温が大差のない場合は日数の長いほどてん菜の根部肥大に有利となる。また積算気温はつねに日数との関連で考えられるべきもので、たんに積算気温の高低だけで論ずることは当をえないし、また日数の長短も気温条件を無視しては意味がない。そして積算気温は日数に関連して気温条件を示すものであるから、重要な指標であることは疑いないであろう。

つぎにV/28播種の場合は生育日数はわずかに157日で、その積算気温が3000°Cにすぎないので、その生育は最終段階に到達しないものと推察されるが、それでも根部収量は10 α 当り3,000 kgを確保していることは、積算気温3,000°Cを確保することが播種期選定の目標として意義のあることであろう。

2. 生育最盛期と気温推移との関係

てん菜生育の最盛期すなわち第45葉期は気温推移のどの時期に合致するかということはきわめて重要なことと考えられる。それで第8表に播種期別の1,900°Cの出現時期とその日の平均気温を示した。気温の最高となる時期は厨川ではこの試験の場合はⅧ/9であったが、IV/16

播種の場合の積算気温が1,900°Cとなる時期はⅧ/2で、最高温期の7日前である。またIV/30播種の場合はそれがⅧ/9でこれに合致し、V/28播種の場合では最高温期の18日後であり、早播ほどその生育最盛期が高温期を経過するので旺盛な生育が期待される。これにたいしてV/28以降の播種の場合はその生育最盛期が高温期経過後となり、そのために好条件を逸することから旺盛な生育が期待されない。またVI/25播種の場合の1,900°Cに到達した日の平均気温は19.8°Cで、生育終期とみられ、X/31でもその積算気温は3,000°Cには達しない。以上のことから、収量の増大を期待するためには気温の最高期まで1,900°Cの積算気温を確保しうるように播種期を選定することが、気象環境からみた必須条件と考えられよう。

3. 早播が多収要因となる意義

早播するほど多収となることはこの試験成績のみならず、東北各地で行われた試験結果によっても明らかであるが、多収をもたらす早播の意義はなにか、それには、(1). 生育の終止が気温条件に制約される場合には播種の早晩に関係なく生育終期は同一となることから、早播ほど長い生育期間が確保され、また第9表に示されている

第8表. 1900°Cの出現時期及びその日の平均気温
 Table 8. Appearance date of 1900°C and mean air temperature of its date

播 種 期 Sowing date	IV, 16	IV, 30	V, 28	VI, 25	VII, 23	最高温期 Date of max. temp.
1900°C 出 現 時 期 Appearance date of 1900°C	Ⅷ, 2	Ⅷ, 9	Ⅷ, 27	Ⅸ, 19	X, 30	Ⅷ, 9
日 平 均 気 温(°C) Daily mean temp.	23.2	23.5	22.6	19.4	9.8	23.5

第9表. 葉期別及び2800°Cの出現期ならびにX/31までの積算気温
 Table 9. Dates arriving at three leaf stages and the date obtaining 2800°C
 accumulated air temperature from each sowing date and the
 accumulated air temperature on Oct. 31

播種期 Sowing date	出現期 Appearance date				X/31の積算気温 Accumulated air temp. to Oct. 31
	第30葉期 30th leaf stage	第40葉期 40th leaf stage	第65葉期 65th leaf stage	2800°C	
IV/16	VII/20	VII/25	IX/6	IX/9	3596°C
IV/30	VII/11	VII/30	IX/1	IX/18	3400
V/28	VIII/2	VIII/20	—	X/13	3003
VI/25	VIII/27	IX/16	—	—	2523
VII/23	IX/23	—	—	—	1898

ように、同位出葉期も早く現われ出葉数も多くなり、したがって、てん菜生育に必要な積算気温 2,800°C も9月初旬に獲得できることから十分な生育がとげられること、(2). また生育の最盛期が気温の最高期以前に経過するため高温条件を長期間経過し、旺盛な生育が期待されること、(3). 第30・40葉期の葉面積が早播の場合に大きいことなどがあげられよう。

4. 播種期決定についての考察と方法

1. 生育期間と日平均気温10°C以上初終期間

筆者は東北地方の各地のてん菜栽培試験成績で根部収量の最大を示した栽培期間は、いずれも日平均気温が10°Cの初終期間と一致していることを明らかにし、播種期は日平均気温が10°Cとなる日の10日前とすることの妥当性を提唱したが^{1), 2), 3), 4)}、このことは昭和34年度に当場で行われたてん菜播種期試験の結果でも明示されている。

すなわち、当場での気象観測によると、日平均気温が10°Cとなる初日が4月26日、その終日が10月31日であり、播種期試験で最大収量のえられた播種期が4月16日、これは日平均気温が10°Cの初日10日前にあたっている。したがって、てん菜の多収を期待する播種期にたいする前記事項の妥当性が知られよう。

2. 積算気温を指標とする場合の播種期と推算図

てん菜栽培では気温条件のめやすとして積算気温が用いられること、積算気温が収量のめやすとなること、及び第45葉期に到達するには一定の積算気温を示すことなどから、積算気温を指標として播種期を決定することの可能性が考えられるので、第6図のような播種期の推算図を作成した。この図は、横軸に播種期、縦軸に生育期をとり、各播種期を起点として生育期にたいする積算気温を示し、また生育期にたいしては、日平均気温の推移が曲線で示されている。この図によるいろいろの播種期

の求め方については、つぎに説明する。

(1) 限界積算気温を確保する播種期

てん菜栽培に必要な積算気温の2,800°Cを生育終期までに確保できる期日を求めるには、第6図で日平均気温の10°Cとなる点を求めると0点に当るが、この点から生育期にむかって引いた直線(点線)の交点AによってX/31が求められるが、この時期が生育終期を示すものである。つぎにこの生育終期線が積算気温曲線の2,800°C線との交点Bから播種期にむかって引いた垂線の交点CによりVI/9がえられる。これが生育終期までに2800°Cを確保できる播種期の最終限界であり、この以降の播種では生育終期までに2,800°Cの積算気温の確保ができないことを示すものである。

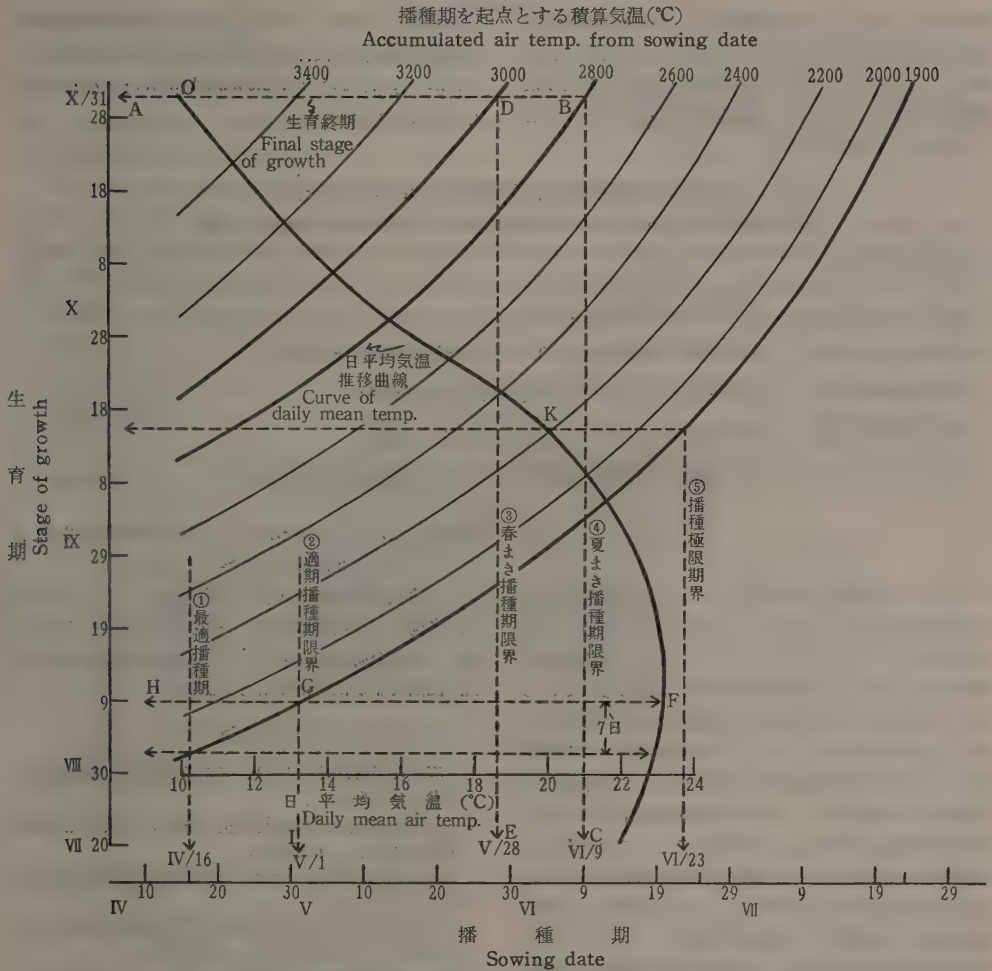
(2) 一定収量を確保する播種期

ここで一定収量をどの程度に定めるかという論議は別として、厨川でのこの試験結果で10a当り3,000kgの収量をあげた場合の積算気温は、3,000°Cを要したことから、逆に3,000kgの収量を確保するために3,000°Cを指標として、前記と同様な方法で、生育終期線が3,000°Cとの交点Dから引いた垂線が播種期と交わるE点により、播種期V/28が求められる。この時期は春まきの場合の一定収量を目標とした場合の播種限界とみることができよう。

(3) 多収を期待する播種期

第6図で気温推移曲線の頂点Fから生育期にむかって引いた直線により気温の最高時期(H)はVIII/9であることが知られ、さらにこれが1,900°Cと交わる点Gから播種期にむかって引いた垂線IによってV/1の播種期が求められるが、この以降の播種では生育の最盛期が気温の最高時期以後となるため、同期を高温に経過させる期間が短くなる。したがってこのV/1は適期播種の限界となる。

さらに高位の収量を期待するには、生育最盛期を気温



第6図. 播種期推算図(昭和34年 厨川)

Fig. 6. Diagram to presume a sowing date
(At Kuriyagawa in 1959)

最高点から逐次以前となるような播種を必要とするが、かりに、生育最盛期が気温の最高点(VIII/9)の10日前にあたるような播種期を同様にして求めると、IV/9となる。しかしこのような播種のきょくたんに早い場合には低温にあり場合があるので、発芽または出葉に長い日数を要するものと考えられるので、日平均気温が10°Cとなる日の10日前にあたるIV/16が最適播種期と考えられる。この場合の生育最盛期は気温最高期の7日以前にあっている。

(4) 播種の極限界

てん菜栽培について極限的な播種期を考えることの必要性の有無はともかくとして、ひとつのめやすとしてこれを見る場合には、生育の最盛期が少なくとも日平均気温が20°Cに下らない以前に出現するような播種期ということが考えられる。それで積算気温1,900°Cとなる時期が、日平均気温の20°Cとなる終日にあたる場合の播種期を第6図から前と同様にして求めてみるとVI/24となるが、これはこの試験ではちょうどVI/25播種の場合に近似している。この場合には、日平均気温の20°C終日(第6図の気温推移曲線上のK点)はIX/16であるが第45葉

期には達しなかった。また播種から X/31 までの積算気温は2,500°Cにすぎないため、その収量は10 a 当り1,567 kgにとどまっている。したがって実際的にはこのような播種期は考えられないが、播種期選定の場合のめやすとして参考として記さす。

以上のような考え方によると厨川の昭和34年の実用的播種期の最早限界はIV/16、最晩限界はVI/9と推定することができる。いまてん菜の播種期区分を一覧表に示すと第10表のとおりである。

第10表. 播種期の区分 (厨川での昭和34年の場合)
Table 10. Classification of sowing date (At Kuriyagawa in 1959)

播 種 期 の 区 分	条 件	播 種 期
最 適 播 種 期	日平均気温10°C初日の10日前	IV, 16
適 期 播 種 期 の 限 界	生育最盛期 (積算気温1900°C期) が気温の最高期と一致する	V, 1
春まき播種期の限界	生育終期 (X/31) までの積算気温3000°Cを確保	V, 28
夏まき播種期の限界	生育終期 (X/31) までの積算気温2800°Cを確保	VI, 9
播 種 期 の 極 限 界	生育最盛期 (積算気温1900°C期) が日平均気温20°C終日と一致する	VI, 23

5. む す び

じゅうらい播種期の決定については、収量の最大となる頻度が指標とされてきたが、このためには数多くの試験を必要とするのみならず、このようにして求められた播種期はその地点では結果的に妥当性が認められるとしても、地点を変えた場合にはその適応性がかならずしも成立するとはいえない。このような観点から、この稿では、てん菜の生育期の段階及び収量について農業気象学的立場から解析を試み、一定の生育期に到達するには一定の積算気温が必要なことを明らかにし、この時期と気温推移との関連ならびに生育期間の積算気温が収量に重大な影響を及ぼすことをのべ、これらを指標として播種期を決定する可能性及び合理性を指摘するとともにその方法を提示したものである。資料は昭和34年度に当場栽培第2部作物第1研究室で実施された試験成績による一

事例によったものであるから、なお各地の資料を検討し、この方法の適用の可否を驗する予定である。ここではてん菜栽培期間の地域性及び適地についての農業気象学的立場から栽培期間決定の一方法論を提示したものである。今後の研究を進める上に、特に栽培関係者の御批判、御高教を切にねがうものである。

参 考 資 料

- 1) 東北農業試験場. 1959. てん菜糖企業化準備基本調査書 (謄写印刷)。
- 2) 東北農業試験場気象研究室. 1959. 試験研究成績書 (昭和33年度) (未定稿)。
- 3) 東北農業試験場. 1960. てん菜糖企業化準備基本調査書 (謄写印刷)。
- 4) 東北農業試験場気象研究室. 1960. 農業気象に関する試験研究 (昭和34年度) (未定稿)。
- 5) 東北農業試験場栽培第2部. 1960. てん菜に関する試験成績書 (昭和34年度) (未定稿)。

Résumé

A determination method for the sowing date of suger beet was studied from a agro-meteorological point of view, using data for the cultural experiment of suger beet derived from the 1st laboratory of crops, the 2nd Division of Cultural Technique, Tohoku Agr. Exp. Sta. at Kuriyagawa in 1959.

It was found that suger beet required a constant accumulated air temperature (1900°C) from sowing date to the stage of 45th leaf stage (the mximum leaf growth stage) without any influence of sowing date. Judging from the period arriving at 1900°C accumulated air temperature from various sowing dates and the annual change of air temperature, a theoretical presumption method of suitable sowing date was devised. And the classification of sowing date was determined as follows :

Classification of sowing season	Condition	Sowing date
Most suitable	10th day before the first day that daily mean temp. reach to 10°C .	April 16
Limit of suitable period	Time reach to 1900°C of accumulated air temp. corresponds to a time of max. air temp. in annual course.	May 1
Limit of sowing in spring	Accumulated air temp. of growing period secure 3000°C .	May 28
Limit of sowing in summer	Accumulated air temp. of growing period secure 2800°C .	June 10
Final limit	Time reach to 1900°C of accumulated air temp. corresponds to the final day that daily mean temp. leave 20°C .	June 25

1952~'58年に発生した小麦赤銹病菌の生態型について

山田 昌雄・高橋 幸吉・高橋 広治

On the physiologic races of wheat leaf rust, *Puccinia recondita*
tritici, in Japan in 1952~'58

Masao YAMADA, Kōkichi TAKAHASHI and Hiroharu TAKAHASHI

1. 緒 言

小麦赤銹病 (*Puccinia recondita* Rob. ex Desm. f. sp. *tritici* Erikss.=*Puccinia triticina* Erikss.) は、わが国の小麦作地域全般にわたって年々発生して大きな被害を与えており、わが国小麦作の最大の障害の一つである。特に北海道・東北及び北陸の寒冷積雪地帯では本病の発生が著しく、その解決が要望されている。これの防除法としての薬剤散布は非常に有効な手段であるけれども、経済的あるいは経営上の事情から普及するに至っていない。従って抵抗性品種の栽培が最も実用的で、かつ効果の高い防除法である。しかし小麦赤銹病菌には明らかな寄生性分化現象があり、抵抗性品種の育成と、その配付・普及を有効に行うためには、菌の生態型の種類と分布が十分に理解されていなければならない。この研究はこの目的のために日本での小麦赤銹病菌の寄生性分化現象を調査しようとしたもので、1952~'58の7年間にわが国各地から採集されたこの病菌の夏孢子世代の標本から分離した約2,300の培養について生態型を同定し、その分布・病原性などを調査した結果の報告である。

この研究に常に御懇切な御指導と御鞭撻を賜わり、またこの報告の御高閲を賜った東大農学部明日山秀文教授、常に御指導と御援助を賜った盛岡試験地の八柳三郎主任はじめ大谷庄太・渡辺好郎両技官及びその他の方々、東京教育大学農学部平塚直秀教授・農林省研究部後藤和夫企画官・名大農学部平井篤造教授・九州農試田上義也技官・四国農試安間正虎部長・関東東山農試の稲村宏技官及びその他の方々、ならびに実験材料を送って頂いた全国各地の研究機関の方々に謹んで感謝申し上げる。

2. 研究略史

小麦赤銹病菌の寄生性分化については MAINS & JACKSON²⁰⁾ が1926年に初めて詳細な研究を発表している。両氏は普通小麦の11品種を判別品種として使用し、

それらに対する病原性の相異に基いて米国で採集された菌から12の系統を分離した。このような寄生性分化現象の意義については、既にこれより早く小麦黒銹病菌について十分に認められていたので²²⁾、ただちに世界各地でこの菌の生態型同定とその分布の調査が行われるようになった。1932年に JOHNSTON & MAINS¹²⁾ は彼等が最初に発表した11の判別品種の判別能力を再検討してその中3品種を除外し、残りの Malakoff (C. I. 4898)・Carina (C. I. 3756)・Brevit (C. I. 3778)・Webster (C. I. 3780)・Loros (C. I. 3779)・Mediterranean (C. I. 3332)・Hussar (C. I. 4843) および Democrat (C. I. 3384) の8品種をもって“physiologic race”(以下PRと略記)を同定する方式を確立し、それまでに各国で報告された53のPRに対する8標準品種上の感染型を一覧表として発表し、あわせてそれらのPRを検索するための“key”を作った。その後はこの方式に基いてPRを同定する研究が多くの国々で行われ、多数の新しいPRが記載された。それらの研究は独立したものであるため、命名されたPRの番号が重複を生じ混乱を起すので、米国では1939・'42・'51及び'55年にその整理改訂を行っているが、PRの数は次第に増加し1955年までに163の多きに達している¹¹⁾。

ところが赤銹病菌のPRに対する判別品種の反応は必ずしも不変のものではなく、環境条件の影響を受けることが少くない。特に Carina・Brevit 及び Hussar ではそれが著しく、時には同一のPRに対して全く別のPRに対するような反応を示すことさえある。そのため、従来、別々のPRと同定されたPRは同一のものであるかもしれないことが多くの研究者により指摘されている。CHESTER & JAMISON⁷⁾ はこのような環境条件の相異による判別品種の反応の変化を考慮に入れると、9・13および19の各PRが同一の生態型と考えられることを述べたが、このような見解をさらに拡大して CHESTER⁶⁾ は1946年その著書の中で“race group”(以下RGと略記)と

いう概念を発表した。これは環境の影響を受けることの著しい前記の Carina・Brevit及びHussarの3判別品種を除外して残余の5品種だけで反応を調べようとするもので、その結果、前記3品種の反応の相異だけで区別されていたPRはみな同一のRGに属することになる。また、残余の5判別品種上の反応が異なる系統でも、実験的に同一もしくは近縁の系統であることが証明されたものは同じRGにまとめた。この方式によれば従来の1ないし129のPRは44のRGにまとめられることになる。CHESTERのRGの命名法は、それぞれのRGに属するPRの番号の中最も若い番号を採ってその名称としているので、従来のものと比較するには便利であるが番号が飛んでいることによる不便も少くない。また、いわゆるXタイプをも尊重していて、いわば漸進的な改革案であるが、JOHNSTON⁹⁾は更に徹底して“unified race”というものを提案した。これは判別品種から前記3品種を除外する他、さらに抵抗性か罹病性かの二分法に従って判別しようとするもので、従来、“intermediate”あるいは“variable”などとして表現された反応はすべて罹病性反応に含めており、それぞれの中に含まれるPRの最も若い番号の順に配列して通し番号をつけている。この方法によると1ないし163のPRが24の“unified race”にまとめられることになる。

CHESTERやJOHNSTONが判別品種の数を減じようとしたのに対して、判別品種の数を増して標準品種で区別できなかった生態型を判別・同定しようとする試みも少くない。たとえば、WATERHOUSE²⁴⁾はオーストラリア各地からの589培養が、標準品種に対する感染型では全く同一であるにもかかわらず、Thewという品種を用いれば明らかに2生態型に分けられることを報じた。さらにまた、HASSEBRAUK⁸⁾のように標準品種とは全く別の品種を使用して生態型を判別しようとする試みもある。

日本でのこの菌の寄生性分化については既にいくつかの報告がある。鎌塚・横井¹⁹⁾は1932年秋に愛知県に自然発生したこの菌の夏孢子を増殖して8判別品種に接種したが、どの品種にも夏孢子堆の形成を認めなかった。これから両氏はMANSらの記載した“race”1~12のどれにも属しないか、あるいはその第1系統に近いものと考えられることを述べている。草野・明日山¹³⁾は1933年にわが国の11地方に発生した菌の分化を調査して、寄生性を異にする9系統があったことを報告した。この研究はその後も引続いて進められたが、1940年に明日山¹⁾は1935~'39年の71の材料についての同定結果としてA~Jの9生態型が存在することを報告した。その結果は後

1942年に刊行された“Third revision of the international register of physiologic races of the leaf rust of wheat”¹⁰⁾にJOHNSTONらによって引用されたが、それによれば上記の9生態型の中、Bは新しい系統であってPR123と命名され、その他のAはPR63・CはPR25・DはPR50・EはPR52・FはPR43・GはPR105・HはPR85及びJはPR122に、それぞれ当るものとされている。

後、明日山²⁾および明日山・寺中⁴⁾は上記の結果をも含めて1932~'41年および1949~'50年の結果にCHESTERのRGの概念を導入して発表した。これによれば、1932~'41年の同定結果では1・2・5・6・12・18・21および37の8RGがわが国に認められている。RG1は台湾から岩手県にわたり分布し最もしばしば見出され、分布率は62%である。2は第二位で関東地方を中心とし東北地方の南部および中部地方の一部に発生している。5は埼玉・福井両県に、6は北海道と岩手・秋田・新潟及び福井の諸県に、12は新潟県に、18は茨城県に、21は北海道と福島・新潟及び愛知の諸県に、また37は岩手・新潟・愛知・兵庫および福岡の諸県にそれぞれ発見されたが、世界的に普通のRG9および11は得られなかった。また1949年秋から50年夏に発生した菌についての実験は不備な判別品種を用いたために明確な結果は得られなかったが、RG1が最も多く宮城県から鹿児島県にわたっている。RG21は北海道と東京都に、2は山梨県に見出された。また6あるいは8,37あるいは9に当ると思われる生態型が北陸および東北などに発生していたと述べている。これに続き、明日山・山田及び山口⁵⁾は1951年春夏期に採集した菌の中32培養について調査した結果、1・5・6・9・21および37の6RGが得られたことを述べた。すなわち1は東北から九州にわたり13県に発生し、5は東北と北陸に、6は東北と東山に、21は北海道と青森県に、37は福島・千葉および岐阜の3県に見出された。また9が富山県から得られたが、これはわが国では初めて確認されたものであった。さらに明日山・池上及び下山³⁾は1951年秋から'52年にかけて40培養からRG1・5・6・9・17・21および37を、また1953年には61培養からRG1・2・5・6・9・17・18および21を同定した。そしてこの期間を通じRG1が最も多く分離され、かつ東北から九州の全般にわたって見出されている。17は1951年に初めて発見されたもので2年とも東北から九州にわたり散発していた。また37は1952年に関東と中部から得られただけで、9は北陸と東北南部だけから得られ、21は北海道と東北の北部だけから分離された他、6が東北に多いが1951年には福岡県に発生していること、5が北海道の他、関東・中部にも見

出されていることを述べている。そして、このように病原性の強いRGが東北および北海道に主として分布していることは過去16年間を通じて変らない傾向であることを指摘している。

この菌の各生態型に対する小麦品種の抵抗性については草野・明日山^{14)~18)}により調査・報告されている。

3. 実験方法と材料

各地の研究機関から罹病葉の送付を受け、それから夏胞子を分離して小麦農林16号の子苗に接種し、適宜に新しい子苗にうえついで培養を維持した。農林16号は現在得られるすべての生態型に罹病性で、また子苗が直立し、葉の中も広くて接種に好都合であり、この目的には最適の品種である。植物体にはガラス円筒をかぶせ、必要に応じて更にその上を綿や綿布などで覆って他系の混入感染を防いだ。これをそのままか、あるいは単胞子分離または単胞子堆分離によって純粋培養を得てから、8標準判別品種に接種した。この品種は年々の種子の供給状態により、Carina・Brevitを除いて用いた年もあり、また後記するように、後には農林31・55・62号、あおばこむぎ、赤錆不知1号およびエクリップスの諸品種を加えて用いた。

夏胞子接種は次の諸法の中いづれかによった。要は葉面に水の膜を作り、それに胞子を附着させ、適温・飽和湿度に保つことである。

1. 水を含ませた綿で葉面をこすったり、水でぬらした親指と人さし指との間に葉をはさんで引いたり、またはソルビオール・tween-20などの界面活性剤の0.5%水溶液を綿や毛筆に含ませて葉面をこすったりして葉面をぬらしてから接種刀で夏胞子を直接なすりつける(写真第1)か、または水でぬらした長方形(約3×15mm)の濾紙に夏胞子を塗り、はりつける。

2. ぬらした指の間に葉をはさんで引きワックスを除いた後に、または葉に界面活性剤の0.5%水溶液を小型アトマイザーで噴霧(写真第2)した後に軽く水を噴霧し、その上に接種源の夏胞子堆が十分に成熟している小麦子苗の鉢を逆さにして夏胞子を振りかけ、かつブラッシュする(写真第3)。

上記の諸法の中、1の方法は分離・うえつぎ等の小規模の接種に適し、特に濾紙を用いる方法は少量の胞子を平均して接種するのに好適である。また2の方法は判別品種への接種や小麦品種の抵抗性検定などの大量の接種に適し、特に界面活性剤を用いたブラッシュ法は最も能率的であった。どの方法で接種した場合も接種後ふたたび

軽く水を噴霧し、内面をぬらしたトタン板製の缶に入れてビニール布で覆い、12~24時間直射日光の当らぬ所に静置した。2の方法による時は初めからこの缶に入れて接種をした。

単胞子分離は、ペトリ皿にたたき落した夏胞子を双眼実体顕微鏡の下で先を細く伸ばしたガラス棒でつり上げ、ぬらした濾紙片に1個ずつ置いて葉にはりつけるか、またはあらかじめ水の薄膜を作っておいた葉の上に直接1個ずつ置いて行った。また単胞子堆分離は、鉢植の数本の小麦子苗をぬらしておいて、その1本に接種刀で少量の夏胞子を附けて水滴によく混ざる。これを次の葉の水滴に混ざって希釈する。これをくり返すと最後の葉はきわめて薄い夏胞子懸濁液で接種されることになり、1枚の葉に1ないし数個の胞子堆が発生するだけになる。これが破れない中に胞子堆1個だけを残して他の部分と他の個体とを切り取り、胞子堆が成熟してからこれを増殖して使用した。

用いた小麦は径8cmの素焼鉢に畑土を入れ、1品種を5~7粒、あるいは2品種を2列におのおの5~10粒ずつ播いて栽培し、肥料は特別の場合を除いては与えなかった。すべて1~3葉期の子苗を用い、その第1葉に接種を行った(写真第4)。接種試験は毎年3~11月の期間に行い、10~15日後に胞子堆が十分に成熟した時に感染型を判定した。実験を行ったガラス室の温度は初めは調節せず、7~9月の盛夏期はなるべく避けたがやむを得ぬ時は日よけをして夕方から接種をし、11月には晴天の日中を選んで接種するなどの方法により接種条件の向上に努力した。後には低温期に電熱温床を用いた。

赤錆病菌に対する小麦の反応は、常法に準じて0・1・2・3・4及びⅩの6階級に分けた。これらの記号の表わす感染型は次のとおりである。

0 免疫性ないし高度抵抗性：夏胞子堆は形成されない。クロロシスまたはネクロシスだけが生ずることがある。

1 強度抵抗性：夏胞子堆は微小でネクロシスの中に生ずる。

2 中度抵抗性：夏胞子堆は小型で常にネクロシスに囲まれて生ずる。

3 中度罹病性：夏胞子堆は中程度の大きさで、その周囲は通常わずかなクロロシスに囲まれている。

4 強度罹病性：夏胞子堆は大型で、ネクロシスやクロロシスを伴わない。

Ⅹ 同一葉の上に抵抗性と罹病性の感染型が混合して生ずる。

0〜4の5感染型の中、0〜2は抵抗性(R)に属し、3〜4は罹病性(S)とされる(写真第5)。XタイプをR・Sのいずれに属させるべきかは議論の分れるところであるが、この報告ではどちらでもない中間の感染型として扱った。

小麦赤銹病菌の生態型の定め方としてはJOHNSTON^ら²⁾が選んだ8品種が普通に用いられるが、筆者らは後に詳述するように、それらの中Carina・Brevit及びHussarの3品種が環境条件の差異、たとえば実験の際の温度の高低により比較的容易に反応が変化し、判別品種として適当でないという点でCHESTER⁶⁾その他の研究者の意見と一致した。そこでわれわれの実験結果は、一応すべてCHESTERの"race group"の概念に従って整理した。

実験のために集めた標本の採集地は毎年一様ではない。1952年には北海道・東北及び北陸地方だけから、1953〜55年にはこれらの地方の他、関東以西の小麦育種機関の圃場から標本を採った。また1956年にはその他に中国・四国及び九州地方の一般圃場からも標本を集めた。その後、1957〜'58年の期間は全国の小麦育種機関からの標本についての実験が大部分で、その他の地点からのものはきわめてわずかに過ぎなかった。このように年により扱った材料の採取地が異なることは、この種の研究には極めて好ましくないことであるが、その点については後に述べる。

標準判別品種種子は1950年にDr. SALMONにより取り寄せられた種子を二分して、関東東山農業試験場と盛岡試験地とで保存されてきたものを適宜用いた。一般品種の種子は主に盛岡試験地で保存・採種しているものを用い、必要に応じて産地から取り寄せた。

この報告では"physiologic race"(PR)は標準8判別品種の子苗の感染型により判別し、JOHNSTON^ら¹⁾が記載しているものを示し、"race group"(RG)はCarinaなどの3品種を除いた残余の5品種により判別しCHESTER⁶⁾が記載しているものを示す。また、単に生態型としたのは一般に病原性の差異により他と区別される菌の系統を指している。そして"biotype"はこの報告では特に、標準5品種に筆者らの選んだ農林55号など6品種を附加して判別することのできる生態型を呼ぶのに用いている。

4. "race group"の同定と分布

1952〜'58年に各地から採集、分離された小麦赤銹病菌約2,300培養についてRGの同定を行い、その中約1,600培養のRGを確定できた。その結果を採集年度別および

採集地別に示すと第1表のようになり、RG 1・2・5・6・9・17・21・37・45・73及び109の11 RGが見出された。これらに対する5判別品種の反応は第3表に示してある。

各地から標本を集めて分型し各生態型の分布状態を調査する場合に、三つの原因から誤った結論を引き出すおそれがある。第一は標本を採る地点が不適当なことによる誤差で、特殊な発生状態を示している地点だけから標本を採れば正しい結果は得られない。第二は標本の数の偏りによる誤差で、ある地点から多数の標本を、他の地点からは少数の標本だけを採れば、多数の標本を採った地点の生態型構成が強調されることになる。第三は標本を採る小麦の品種の偏りによる誤差である。後に述べるように、一般に抵抗性の強い品種からは病原性の強い生態型が、また抵抗性の弱い品種からは病原性の弱い生態型が分離される傾向がある。従って特定の品種だけから標本を採れば実際とは違った結果を引き出すおそれがある。

理想的な標本採取法は、全国の小麦栽培地域から漏れなくそこに栽培されている品種から栽培面積に比例した数の標本を採ることであろうが、これは実行困難である。そこで、この三種の誤差をできるだけ小さくするためには標本の採集期間と採集地と適当にまとめて、ある程度長い期間に採った多数の生態型のある程度広い地域での分布を考えること、また分布を比較するのに各生態型の培養数をもってせず、全同定培養数に対するその生態型に属する培養数の比率、すなわち各生態型の分離頻度をもってすることなどが考えられる。

この報告の実験期間の7年間に、わが国の栽培小麦品種はあおばこむぎ・なんぶこむぎなどの新たに作り出された品種の栽培面積が年々増加しているが、赤銹病抵抗性という見地からすれば、地域と栽培品種との間の関係に根本的な変化は見られず、従って赤銹病菌生態型の分布状態にもその間にそれほど大きな変化はないように思われる。そこで一応7年間を一括して扱うことにする。また採集地を北海道・東北北部・東北南部・北陸・関東東山・中部高地・東海近畿・山陰・山陽四国・九州および南海の11地域にまとめた。これは農業技術協会²⁾の「作物の育種研究体制に関する研究」の中で提出された麦作地域区分を基礎として、更に筆者らの調査で生態型の分布に特異性が見られるところとして東北を南北に分け、また中部高地という地域を設けた。これによるとわが国全土は次の11地域に分けられることになる。

1. 北海道(北海道全域)
2. 東北北部(青森・岩手及び秋田)

第1表. 1952 ~ '58 年に採集された小麦
 Table 1. The distribution of race groups of wheat

採集地	採集年度 a	RG 1							2				5						
		52	53	54	55	56	57	58	全期	54	52	53	54	55	56	57	58		
北青岩	道県	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4	3	1	3	6		
岩秋	県	0	0	0	—	—	—	—	0	0	0	0	0	—	—	—	—		
宮山	県	0	1	6	3	0	0	1	11	0	0	7	3	12	3	6	12		
福新	県	0	1	0	0	—	—	—	1	0	1	0	0	0	—	—	—		
富石	県	0	0	2	1	—	—	—	11	0	0	0	0	1	—	—	—		
福茨	県	1	0	1	0	—	—	—	1	0	0	1	0	0	—	—	—		
埼山	県	0	1	12	1	—	—	—	14	0	0	0	5	1	—	—	—		
長愛	県	0	1	13	8	0	0	0	22	22	2	2	8	4	0	0	2		
三島	県	8	2	3	4	—	—	—	4	—	—	—	—	0	—	—	—		
島兵	県	2	2	20	3	—	—	—	33	0	1	—	—	1	—	—	—		
岡広	県	2	2	3	—	—	—	—	11	0	0	1	0	0	—	—	—		
德香	県	2	2	2	2	2	2	1	4	0	—	0	0	0	0	0	0		
福大	県	—	—	2	3	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—		
熊鹿	県	—	—	—	4	0	0	—	6	0	—	0	0	2	1	3	—		
	児	—	1	1	1	0	—	—	13	0	—	1	1	0	0	—	—		
	計	—	—	0	—	—	—	—	0	0	—	—	0	—	—	—	—		
		—	—	21	5	4	4	0	34	0	—	—	0	0	0	0	0		
		—	—	0	0	6	0	0	6	0	—	—	0	0	0	0	0		
		—	—	—	—	3	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—		
		—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—		
		—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—		
		—	2	5	4	2	5	2	18	0	—	0	0	0	0	0	0		
		—	8	—	—	1	—	13	31	0	—	0	0	0	0	—	—		
		—	—	—	—	1	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—		
		—	—	—	—	2	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—		
		—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—		
		—	—	—	—	—	—	—	15	0	—	0	0	0	—	—	—		
	計	17	29	91	68	24	12	17	258	22	5	12	22	24	5	12	20		

採集地	採集年度 a	RG 21							37						
		52	53	54	55	56	57	58	全期	52	53	54	55	56	57
北青岩	道県	8	16	41	30	73	40	38	246	0	0	0	0	1	0
岩秋	県	1	0	1	—	—	—	—	2	0	0	0	—	—	—
宮山	県	3	15	44	12	8	22	12	116	2	4	9	6	2	3
福新	県	0	0	5	6	—	—	—	11	0	0	1	2	—	—
富石	県	1	0	0	—	—	—	—	1	0	0	1	—	—	0
福茨	県	1	0	0	3	—	—	—	4	2	3	1	2	—	—
埼山	県	2	1	17	4	—	—	—	24	2	1	28	14	—	—
長愛	県	0	3	12	4	1	2	3	25	0	6	0	16	0	2
三島	県	—	—	—	3	—	—	—	3	—	—	—	4	—	—
島兵	県	0	1	—	4	—	—	—	5	1	0	1	2	—	—
岡広	県	—	0	0	1	—	—	—	3	1	2	0	4	—	—
德香	県	—	0	7	0	—	—	—	0	—	0	0	—	—	—
福大	県	—	—	—	0	2	1	3	13	—	0	0	0	0	0
熊鹿	県	—	—	—	—	—	—	—	0	—	—	—	3	—	—
	児	—	—	6	11	6	1	—	24	—	0	1	2	0	0
	計	—	—	0	—	—	—	—	12	—	—	—	1	—	—
		—	—	—	—	0	0	—	0	—	—	—	—	0	—
		—	—	—	—	1	0	—	0	—	—	—	—	0	—
		—	—	—	—	0	1	0	3	—	—	—	0	0	0
		—	—	—	—	0	0	0	2	—	—	—	0	1	0
		—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	0	—
		—	—	—	—	0	—	—	0	—	—	—	—	0	—
		—	—	—	—	0	—	—	0	—	—	—	—	0	—
		—	—	—	—	0	—	—	0	—	—	—	—	0	—
		—	—	—	—	0	—	—	0	—	—	—	—	0	—
		—	—	—	—	0	—	—	0	—	—	—	—	0	—
		—	—	—	—	0	—	—	0	—	—	—	—	0	—
	計	17	38	143	79	98	67	56	498	8	16	44	56	5	5

赤銹病菌の "race group" の県別分布

leaf rust collected in Japan from 1952 to 1958

		45				73		109		供		試		培		養		數	
58	全期	54	55	56	全期	53	53	52	53	54	55	56	57	58	全期				
0	1	0	0	0	0	0	0	13	18	55	51	88	47	45					317
0	0	0	—	—	0	0	0	1	1	5	—	—	—	—					334
0	26	0	1	0	1	1	0	8	65	117	40	22	49	33					36
—	3	0	3	—	3	0	1	1	7	14	14	—	—	—					15
—	1	0	—	—	0	0	0	7	3	4	—	—	1	—					32
—	8	0	0	—	0	1	0	4	10	9	9	—	—	—					141
—	45	0	0	—	0	0	0	7	2	102	30	—	—	—					250
0	24	16	0	0	22	0	0	4	30	95	108	3	4	6					30
—	4	—	0	—	0	—	—	—	—	—	30	—	—	—					62
—	4	0	0	—	0	0	0	10	3	6	43	—	—	—					31
—	7	0	0	—	0	0	0	6	6	6	13	—	—	—					5
—	0	0	—	—	0	0	0	—	2	3	—	—	—	—					30
0	0	0	0	0	0	0	0	—	2	9	2	7	6	4					9
—	3	—	0	—	0	—	—	—	—	9	9	—	—	—					69
—	3	0	3	0	3	0	0	—	2	10	35	17	5	—					48
—	3	0	0	1	1	0	0	—	10	22	6	10	—	—					1
—	1	0	—	—	0	—	—	—	—	1	—	—	—	—					1
—	0	—	—	0	0	—	—	—	—	—	—	1	—	—					1
0	0	0	0	0	0	—	—	—	—	24	11	9	4	3					51
0	1	0	0	0	0	—	—	—	—	1	2	12	26	9					50
—	0	—	—	0	0	—	—	—	—	—	—	4	—	—					4
—	0	—	—	0	0	—	—	—	—	—	—	1	—	—					1
—	0	—	—	0	0	—	—	—	—	—	—	2	—	—					2
0	0	0	0	0	0	0	0	—	2	2	5	23	5	2					39
1	1	0	0	0	0	0	0	—	8	5	4	3	—	14					34
—	0	—	—	0	0	—	—	—	—	—	—	1	—	—					1
—	0	—	—	0	0	—	—	—	—	—	2	—	—	—					2
—	0	0	0	—	0	0	0	—	1	9	5	—	—	—					15
1	135	16	13	1	30	2	1	61	172	499	417	205	147	116	1,617				

第1表注：

a；52は1952年春夏，53は1953年春夏，54は1953年秋と1954年春夏，55は1954年秋と1955年春夏，56は1955年秋と1956年春夏，57は1956年秋と1957年春夏，58は1958年春夏にそれぞれ発生した菌についての判別結果を示す。

- b；水戸市，茨城県農試の圃場だけ。
- c；鴻巣市，関東東山農試の圃場だけ。
- d；富士吉田市，山梨県農試岳寛分場の圃場だけ。
- e；茅野市，関東東山農試高冷地土地利用部の圃場だけ。
- f；愛知県稲武町，愛知県農試稲橋分場の圃場だけ。
- g；津市，東海近畿農試の圃場だけ。
- h；1956年採取の一部を除いては，倉吉市，鳥取県農試東伯分場の圃場だけ。
- i；姫路市，元中国農試の圃場だけ。
- j；1956の一部を除き，普通寺市，四国農試圃場だけ。
- k；1956の一部を除き，筑後市，九州農試の圃場だけ。
- l；鹿屋市，鹿児島農試鹿屋分場の圃場だけ。

- 3．東北南部（宮城・山形および福島の前津地方）
- 4．北陸（新潟・富山・石川北部・長野北部及び福井東部）
- 5．関東東山（福島東部・茨城・栃木・群馬・埼玉・東京・千葉・神奈川・山梨・長野中部及び岐阜北部）
- 6．中部高地（山梨・長野及び愛知の各県の高冷地）
- 7．東海近畿（静岡・愛知・三重・岐阜中部・滋賀南部・京都南部・奈良及び紀北平坦を除く和歌山）
- 8．山陰（石川南部・福井西部・滋賀北部・京都中北部・兵庫北部・鳥取・島根及び大阪豊能）
- 9．山陽四国（大阪・和歌山紀北平坦・兵庫南部・岡山・広島・山口東部山間・愛媛・徳島及び香川）
- 10．九州（東部山間を除く山口・福岡・佐賀・長崎・大分・熊本及び宮崎霧島盆地）
- 11．南海（高知・霧島盆地を除く宮崎・鹿児島）

1952〜'58の7年間の各 RG の分離頻度をこれらの地域別に示したのが第2表である。ただし東海近畿地方からは1標本を同定しただけなので省略した。これによれば前記の三種の誤差はだいぶ小さくなるが，なお消去し得ない。たとえば山陽四国地方で RG 6 が60%という高率で分離されているが，これはこの地域の標本の大部分が中国農試・四国農試など特殊の地点から，しかも試験のために特に栽培された農林24号・赤錆不知1号などの RG 1 に強い北日本の品種の上から得られた事により現われた特異な結果であって，一般圃場の普通品種から採った標本は RG 1 が大部分を占める。このことは前記の三種の誤差が集合して生じた結果といえよう。同じことは関東東山の RG 6・21及び37についてもいえることで，この地域も一般には RG 1 がはるかに多い，これらの誤差は残るけれども，一般には第2表に示した数字はかなり良く実情を示している。以下，第1・2表に基いて論議を進める。

各 RG の分布を分離頻度から見ると次のようになる。

- 1．RG 1：北海道では全く分離されていない，東北北部では極めてわずかで，東北南部・北陸及び中部高地でも少い，関東以南では優勢となり，南海ではこれだけが分離されている。また関東以南では毎年必ず分離されているのに比べて，東北北部・北陸などでは分離頻度が低だけでなく発生が不規則である。
- 2．RG 2：1954年に北陸で分離されただけである。その年の分離頻度は21.8%に達しているが，それ以後は全く得られていない。したがって現在では全く重要性がないと考えてよさそう。
- 3．RG 5：関東東山から北の地域と中部高地・山陰から分離されているが，分離頻度はどこも大して高くない。山陽以南からは全く得られていない。

第2表. 1952〜'58年に採取された小麦赤錆病菌の "race group" の分離頻度

Table 2. The isolation-frequency of race groups of wheat leaf rust collected in Japan from 1952 to 1958

RG		1	2	5	6	9	17	21	37	45	73	109	全 培 数
採集地													養
北海道	—	—	5.7	12.7	3.5	—	77.8	0.3	—	—	—	—	317
東北	3.2	—	11.7	38.3	2.9	0.5	34.0	7.7	1.1	0.3	0.3	—	377
北 北	15.9	—	2.9	27.5	7.2	—	17.4	27.5	—	—	—	—	69
東 東	17.3	6.4	5.8	21.6	23.1	0.3	9.9	9.1	6.4	—	—	—	343
北 東	19.5	—	3.9	29.2	3.2	1.9	19.5	22.7	—	—	—	—	154
東 東	17.5	—	6.3	25.4	11.9	—	28.6	7.1	3.2	—	—	—	131
山 山	56.1	—	2.4	24.4	2.4	—	6.1	8.5	—	—	—	—	77
陽 陽	32.2	—	—	60.0	1.1	—	5.6	1.1	—	—	—	—	96
山 山	91.9	—	—	2.7	—	—	2.7	2.7	—	—	—	—	37
九 九	100.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15
全 国	16.0	1.4	6.2	26.7	8.0	0.4	30.9	8.3	1.9	0.1	0.1	0.1	1,616

4. RG 6 : 5 と似た分布状態を示すが、5 よりもずっと分離頻度が高い。特に東北北部ではこの生態型が最も多く得られている。山陽以南には一般にはほとんど発生しないと考えてよい。その理由は前記のように一般圃場の一般品種からは得られないからである。

5. RG 9 : この生態型も RG 5・6 とやや似た傾向があるが、北陸と中部高地に特に多いことが注意される。なお、1958年には全く分離されなかった。

6. RG 17 : 東北北部・北陸及び関東東山から散発的に得られているが、いずれの場合も分離頻度はきわめて低く、少くとも現状では重要な生態型ではない。

7. RG 21 : 5 や 6 と似た分布を示すが、特に北海道に多く、分離頻度は80%に近い。

8. RG 37 : 東北北部・東北南部及び北陸で比較的安定した発生を示しており、特に東北南部に多い。その他の地域にも散発している。

9. RG 45 : 東北北部・北陸及び中部高地から散発的に得られているが分離頻度は低い。1957年以後には分離されず消滅が予想される。

10. RG 73 : 1953年に東北北部と東北南部で1培養が分離されただけである。

11. RG 109 : 1953年に東北北部で1培養が分離されただけである。

この結果を既往の調査結果^{2)・5)}と比較すると、RG 1 が北海道を除いて全国的に分布する最も主要な生態型であること、5・6及び21が北日本に多いこと、37が全国的に散発していることなどはこれらの調査結果と一致する。またRG 2は1932〜'41年にはRG 1に次いで主要な生態型であったのが、近年には1949〜'50年に山梨県で、また1954年に新潟県で得られただけである。このことから過去の

RG 2は何かの理由により次第に衰えて、おそらく既に消滅してしまったものと推定され、更に1954年に得られた2は過去のものとは全く起原を異にし新たに中間寄主の上で出現したものと考えられるが、この点については後報で論ずる予定である。したがってRG 2は将来ふたたび出現する可能性はあるにしても、少くとも現在では問題にならない。RG 9は1951年に富山県で初めて確認され、その後、北陸と東北南部だけに見出されていたが、筆者らは更に北海道から四国まで散発していることを確認した。RG 17については1951年に初発し、その後、東北から九州にわたって散発を認められているが、筆者らの結果もこれに一致する。過去にはRG 12および18が認められているが、この調査ではこれを確認できなかった。RG 45・73及び109は筆者らの調査でわが国では初めて見出されたものであるが、これらはいずれも現在では全く分離されず、もはや問題とするに値しないと思われる。

各地域での主要な生態型をあげれば、北海道ではRG 21、東北北部では6と21、東北南部では1・6・21及び37、北陸では1・6及び9、中部高地では1・6・9及び21、山陰では1と6、その他の地域ではRG 1である。全国的にみた場合、第2表の全国の数字は北日本の標本数に比べて南日本のそれがずっと少いために、標本数の偏りによる誤差として北日本の生態型構成を強調する方向に表われている。その点を考慮して修正すれば、重要なものからRG 1・21・6・37・9及び5という順序になろう。そして、大体関東を境として、北日本（北陸・中部高地をも含めて）ではRG 5・6・9及び21などの病原性の強い生態型が優勢で、南日本では病原性が弱いRG 1が優勢に分布し、「北が強く、南が弱い」というはっきりと

第3表. 主要生態型に対する標準判別品種および一般品種の子苗反応

Table 3. The seedling reactions of standard differential varieties and common varieties to major races.

小麦品種	生態型			2	45	17		73	109	37		9		5		6		21	
	A	B	C			A	B			A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Malakoff	(R)			(R)	(R)	S		(R)	S	S		S		S		S		S	
Webster	(R)			(R)	S	(R)		S	(R)	S		S		(R)		(R)		S	
Loros	(R)			(R)	S	(R)		S	(R)	S		S		(R)		S		S	
Mediterranean	(R)			S	S	(R)		S	(R)	S		(R)		S		S		S	
Democrat	(R)			S	S	(R)		(R)	S	(R)		(R)		S		S		S	
I 群 農林16号等	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
II 群 " 55号等	(R)	(R)	(R)	(R)	(R)	S	S	S	—	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
III 群 " 31号等	(R)	(R)	(R)	(R)	(R)	S	S	S	—	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
IV 群 あおばこ等	(R)	(R)	(R)	(R)	(R)	S	S	(R)	—	(R)	(R)	(R)	(R)	S	S	S	S	S	S
V 群 農林62号等	(R)	(R)	(R)	(R)	(R)	S	S	(R)	—	(R)	(R)	(R)	(R)	S	S	S	S	S	S
VI 群 赤錆不知1号等	(R)	(R)	(R)	(R)	(R)	S	S	(R)	—	(R)	(R)	(R)	(R)	S	S	S	S	S	S
VII 群 エクリップス等	(R)	(R)	S	S	(R)	(R)	(R)	(R)	—	(R)	S	(R)	(R)	(R)	(R)	(R)	(R)	(R)	S

第4表. 1952 ~ '58 年に採集された "race group"
Table 4. The distribution of biotypes of race groups 1・5・

生態型		1 A				1 B					1 C	5 A				
採集地	採集年度	52~55	56	58	全期	52~55	56	57	58	全期	52~55	52~55	56	57	58	
北青岩秋宮山福新富石福茨埼山長愛島鳥兵岡広徳香福大熊鹿	海森手	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	
	道県	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	森手	0	0	0	0	1	0	0	1	2	1	1	2	6	9	
	田城	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
	形島	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	潟山川	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	
	井城	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2	0	0	0	2	
	玉梨	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
	野知	0	0	1	1	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	
	根取庫山	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
	島鳥	0	0	0	0	1	4	4	0	9	0	0	0	0	0	
	兵岡	0	0	0	0	1	6	0	0	6	0	0	0	0	0	
	広	0	0	0	0	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0	
	徳	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	
	香	0	0	0	0	1	2	5	2	9	0	0	0	0	0	
	福大熊鹿	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	
	計	2	—	—	2	0	—	—	—	—	0	0	0	—	—	—
計		3	2	1	6	26	22	12	16	76	3	2	3	8	11	

生態型		9 A	9 B				21A					21B			
採集地	採集年度	52~55	52~55	56	57	全期	52~55	56	57	58	全期	52~55	56	57	58
北青岩秋宮山福新富石福茨埼山長愛島鳥兵岡広徳香福大熊鹿	海森手	0	0	8	2	10	1	1	0	0	2	29	70	40	38
	道県	1	0	—	—	0	1	—	—	—	1	0	—	—	—
	森手	1	0	2	2	4	3	1	8	4	16	14	6	13	8
	田城	0	0	—	—	0	2	—	—	—	2	0	—	—	—
	形島	0	0	—	0	0	0	—	0	—	0	0	—	0	—
	潟山川	0	1	—	—	1	0	—	—	—	0	0	—	—	—
	井城	0	0	—	—	0	4	—	—	—	4	3	—	—	—
	玉梨	0	3	1	—	4	1	—	—	1	2	3	1	2	2
	野知	0	2	—	—	2	0	—	—	—	0	0	—	—	—
	根取庫山	0	0	—	—	0	1	—	—	—	1	2	—	—	—
	島鳥	0	0	—	—	0	0	—	—	—	0	0	—	—	—
	兵岡	0	0	—	—	0	0	—	—	—	0	0	—	—	—
	広	0	0	1	0	1	2	2	1	1	6	0	0	0	2
	徳	0	0	—	—	0	0	—	—	—	0	0	—	—	—
	香	0	0	10	0	10	0	6	1	—	9	0	0	0	—
	福大熊鹿	0	0	0	—	0	1	0	0	—	1	0	3	—	—
	鹿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
計	0	0	—	—	0	—	—	—	—	0	—	0	—	—	—
計		3	6	23	4	33	18	10	11	6	45	53	85	55	50

注：採集年度・採集地については第1表の注を参照のこと。

1・5・6・9・21及び37の "biotype" の 県 別 分 布
 6・9・21 and 37 collected in Japan from 1952 to 1958

全期	5 B					6 A					6 B				
	52〜55	56	57	58	全期	52〜55	56	57	58	全期	52〜55	56	57	58	全期
2	0	0	3	6	9	0	2	0	1	3	1	1	1	0	3
0	0	—	—	—	0	0	—	—	—	0	0	—	—	—	0
18	1	1	0	3	5	3	5	7	5	20	2	1	8	3	14
0	0	—	—	—	0	1	—	—	—	1	0	—	—	—	0
0	0	—	0	—	0	0	—	0	—	0	0	—	0	—	0
0	0	—	—	—	0	1	—	—	—	1	1	—	—	—	1
0	0	—	—	—	0	0	—	—	—	0	0	—	—	—	0
2	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	2
0	0	—	—	—	0	0	—	—	—	0	1	—	—	—	1
0	0	—	—	—	0	2	—	—	—	2	0	—	—	—	0
0	0	—	—	—	0	0	—	—	—	0	0	—	—	—	0
0	0	—	—	—	0	0	—	—	—	0	0	—	—	—	0
0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	4	0	1	0	0	1
0	0	—	—	—	0	0	—	—	—	0	0	—	—	—	0
2	0	1	1	—	2	0	0	1	—	1	3	0	0	—	3
0	0	0	—	—	0	1	4	—	—	5	0	1	—	—	1
0	—	0	—	—	0	—	0	—	—	0	—	0	—	—	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	3	7
0	—	0	—	—	0	—	5	19	8	32	—	0	0	1	1
0	—	0	—	—	0	—	0	—	—	0	—	0	—	—	0
0	—	0	—	—	0	—	0	—	—	0	—	0	—	—	0
0	—	0	—	—	0	—	0	—	—	0	—	0	—	—	0
0	—	0	0	0	—	18	0	0	0	18	—	0	0	0	0
0	—	0	—	—	0	0	—	—	—	0	0	1	—	—	1
0	—	0	—	—	0	—	0	—	—	0	—	0	—	—	0
0	0	—	—	—	0	—	—	—	—	0	—	—	—	—	0
0	0	—	—	—	0	0	—	—	—	0	0	—	—	—	0
24	2	2	4	9	17	8	35	30	15	88	9	10	9	7	35

全期	37A			37B					供 試 培 養 数				
	52〜55	57	全期	52〜55	56	57	58	全期	52〜55	56	57	58	全期
177	0	0	0	0	1	0	0	1	32	84	46	45	207
0	0	—	—	0	—	—	—	0	2	—	—	—	2
41	1	1	2	0	2	2	0	4	28	20	47	33	128
0	0	—	0	1	—	—	—	1	4	—	—	—	4
0	0	0	0	0	—	0	—	0	1	—	1	—	2
0	0	—	0	0	—	—	—	0	4	—	—	—	4
3	6	—	6	0	—	—	—	0	15	—	—	—	15
8	0	1	1	0	0	0	0	0	12	3	3	6	24
0	0	—	0	1	—	—	—	1	5	—	—	—	5
2	0	—	0	0	—	—	—	0	15	—	—	—	15
0	0	—	0	0	—	—	—	0	2	—	—	—	2
0	0	—	0	0	—	—	—	0	1	—	—	—	1
2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	7	6	4	20
0	0	—	0	0	—	—	—	0	2	—	—	—	2
1	0	0	0	2	0	0	—	2	10	17	5	—	32
3	1	—	1	0	1	—	—	1	4	9	—	—	13
0	—	—	0	—	0	—	—	0	—	1	—	—	1
2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	9	4	3	18
0	—	0	—	—	1	0	0	1	—	12	20	9	41
1	—	—	0	—	0	0	0	0	4	—	—	—	4
0	—	—	0	—	0	0	0	0	1	—	—	—	1
0	—	—	0	—	0	0	0	0	2	—	—	—	2
2	—	0	0	0	0	0	0	0	22	5	2	—	29
1	0	—	0	0	0	—	1	1	3	—	14	—	18
0	—	—	0	—	0	—	—	0	—	1	—	—	1
0	—	—	0	—	0	—	—	0	2	—	—	—	2
0	0	—	0	0	—	—	—	0	—	—	—	—	2
243	8	2	10	4	5	2	1	12	145	197	137	116	595

した地域性が見られ、明日山ら³⁾が述べた16年間を含めて、過去21年間を通じ変らない傾向であるといえる。この病原性の点については次項に詳述する。

5. 各“race group”の病原性ならびにその細分について

各RGに属する多数の培養を用いて多数の小麦品種の子苗に対し接種試験を行った。この実験は各RGの病原性の強弱を知るために行ったものであるが、同時に小麦品種の抵抗性の程度を知る便宜も得られる。そして供試小麦品種の中から生態型を判別する能力のあるものを選び、これを標準判別品種に附加して、わが国の実情に合致した判別方式を確立することを試みた。なお、子苗の抵抗性は大体において圃場での小麦成体の反応と一致し品種の抵抗性検定法として価値が高いが、子苗期に罹病性であっても圃場では抵抗性を示すものが少なく、逆に子苗が抵抗性で生育するに従い罹病性になるものも少数ながら存在する。ここで述べる品種抵抗性はすべて子苗の反応であって必ずしも実用的な圃場抵抗性に一致するものではなく、あくまで生態型の病原性を区別するために利用するにすぎない。

この子苗接種試験の結果、第3表に示すように小麦品種はその子苗反応により7群に分けられ、菌もそれらに対する病原性の相異によりRG 1は三つ(A・B及びC)、RG 5・6・9・17・21及び37はそれぞれ二つ(A・B)の“bio-type”(以下BTと略記)に細分される。RG73と109については実験していない(写真第6・7及び8)。

7群の小麦品種の中、第I群はすべての生態型に罹病性で判別能力を持たないが、他の群の品種はそれぞれ独自の反応を示し判別品種として有用である。II～VII群のそれぞれの代表として、反応の安定性・使い易さなどを考慮して農林55号・農林31号・あおぼこむぎ・農林62号・赤錆不知1号およびエクリップスを選んだ。各品種群に含まれる主な品種は次の通りである。

第I群：農林1・2・4・6・7・9・11・12・13・15・16・18・19・20・22・23・25・26・28・30・32・34・36・37・42・43・44・45・46・47・48・49・51・52・53・54・56・57・59・60・61・63・64・65・68・69・70・72・73及び74号、いよこむぎ、あかつきこむぎ、えびすこむぎ、江島神力、西村、埼玉27号、新中長など。

第II群：農林5*・24*・27*・33*・35・38*・50*・55・58*・66*及び67*号、ゆうやけこむぎ*、すそのこむぎ*、むつべんけい*、はたままり、なんぶこむぎ、ゆきちやぼ*、ひかりこむぎ*、みょうこうこむぎ*、ひつみこむ

ぎ*、北栄、赤皮赤1号、ドーソン1号、伊賀筑後オレゴン*など(*印の品種は1Aと1Bに対してXタイプを示すことが多く、I群とII群の中間の抵抗性を示す。圃場ではこれらに明らかな抵抗性を示すようである)。

第III群：農林10・17及び31号、こけしこむぎなど。

第IV群：あおぼこむぎ・北関東43号及びArditoなど。

第V群：農林41及び62号、鉄勝、赤皮及び江島1号など。

第VI群：農林8号・赤錆不知1号及び相州1号など。

第VII群：農林3及び29号、北農8号、安東及びエクリップスなど。

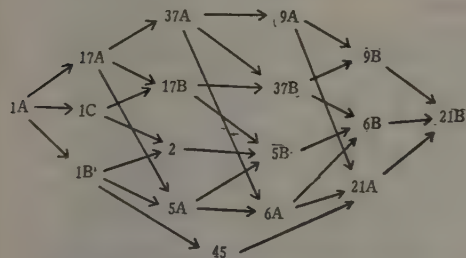
供試したすべての品種が明確な反応を示してどれかの品種群に入れたわけではなく、反応が不安定で、あるいはXタイプを示すことが多くて、どの品種群に含めるべきか不明のものもあった。一般品種の中で、第III群は標準判別品種のMalakoffと、またV群はMediterraneanあるいはDemocratと、少なくとも供試生態型に対しては全く同反応を示した。RG 17・37及び9の三者、また5・6及び21の三者は一般品種のVII群の反応の違いによりそれぞれA・Bに分けられるだけで、他の品種群に対する病原性は全く同一である。したがって、わが国では17・37及び9の三者、5・6及び21の三者を一括して、ただA・Bに二分すれば足りることになる。すべての生態型に罹病する第I群の品種が最も多く、それに次いで1A・Bだけに抵抗性の第II群の品種が多かった。また、すべての生態型に子苗期に抵抗性を示すものは一般栽培品種の中には全く見出されず、ただTimopheevi小麦などのいわゆる野生小麦と、それに類縁の交配系統がそれに当るだけであった。

次にこれら標準品種と一般品種とに対する病原性から各生態型の病原性の強弱を比較すると、すべての生態型に相対的な強弱の段階をつけ得ないことがわかる。たとえば、RG 5と9とを比較した場合、9は5が侵し得ないWebsterやLorosを侵し得るが逆に5は9が侵し得ないMediterraneanやDemocratを侵し得るから、5と9とどちらが病原性が強いとはいえないことになる。第1図で一連の矢印の系列の中では先端の生態型ほど病原性が強く、先端の生態型(たとえば21A)に抵抗性の品種はそれより基部の全生態型(たとえば6A・5A・9A・37A・45・17A・1Bおよび1A)に抵抗性である。逆に、基部の生態型に罹病性の品種はそれより先端に示したすべての生態型に罹病する。しかし別の系列の生態型間では、RG 5と9の間にみられたような病原性の逆転が存在するので抵抗性を別に考えねばならない。したがって、同じ系列内の生態型間の病原性の

第5表. "race group" 1・5・6・9・21及び37の中で各 "biotype" の占める分離頻度

Table 5. The isolation-frequency of each biotype within race groups 1・5・6・9・21 and 37 respectively collected in Japan from 1952 to 1958

BT 採集地	1 A	1 B	1 C	5 A	5 B	6 A	6 B	9 A	9 B	21 A	21 B	37 A	37 B
北海道	—	—	—	18.2	81.8	50.0	50.0	—	100.0	1.1	98.9	—	100.0
東北北部	—	66.7	33.3	78.3	21.7	60.0	40.0	33.3	66.7	31.7	68.3	28.6	71.4
東北南部	—	100.0	—	—	—	50.0	50.0	50.0	50.0	75.0	25.0	100.0	—
北陸	—	85.7	14.3	66.7	33.3	50.0	50.0	—	100.0	23.1	76.9	50.0	50.0
関東東山	11.1	88.9	—	—	—	80.0	20.0	—	100.0	63.6	36.4	100.0	—
中部高地	20.0	80.0	—	50.0	50.0	60.0	40.0	—	100.0	71.4	28.6	25.0	75.0
山陰	—	100.0	—	—	—	—	100.0	—	—	—	100.0	—	—
山陽四国	5.0	95.0	—	—	—	98.0	2.0	—	100.0	25.0	75.0	—	100.0
九州	5.6	94.4	—	—	—	—	100.0	—	—	—	100.0	—	100.0
南海	100.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
全 国	7.1	89.4	3.5	58.5	41.5	71.5	28.5	8.3	91.7	15.6	84.4	45.5	54.5

第1図. 生態型間の病原性の相互関係(弱→強)
Fig. 1. Pathogenic relationships among biotypes (avirulent → virulent)

差異は量的なものであり、異なる系列内の生態型間のそれは質的なものと表現することができる*。この図の関係は生態型の分布を考慮して育種の目標を決めるのに有用であろう。1 Aに罹病性の品種はすべての生態型に罹病性である。なお、いま述べたような病原性の理論的な強弱関係は別として、実用上、栽培品種の中に抵抗性を示す品種が多いような生態型は病原性が弱く、逆に、栽培品種の大部分を侵してしまうような生態型は病原性が強いとしてよからう。子苗反応だけでこれを判断すれば、1 A・1 Bは弱系統、1 C・2及び45は中の弱、9・17及び37は中の強、5・6及び21は強系統とみなすことができる。

次に各 BT の分布状態を知るために、RG 1・5・6・9・21及び37の各 BT の同定結果を示したのが第4表、各 RG の中で各 BT の分離頻度を地域別に示したものが第5表である。1952〜55年の材料は附加品種によって BT を同定した培養が少いので一括して示した。また、それ以後でも RG を同定し得た培養のすべてについて BT を明らかにすることはできなかった。両表によって各

BT の分布をほぼ正確に知り得る。なお、RG 17にも A・B の両 BT があるが、A を 2 培養、B を 1 培養得ただけで分布を判断するには足りないので省略した。

まず RG 1 の中の 3 BT については、1 B が圧倒的に多く北海道を除いて全国的に発生している。1 A はごく少く、関東以西の地域に限られるようである。1 C は東北北部と北陸だけに見出されたに過ぎず、しかも 1956 年以後は全く分離されていない。

RG 5 の中の 2 BT は年度により多少の差はあるが、一般的には同一地域に同程度発生しているもののようである。

6 A と 6 B は中部高地以北の地域では大体同様に発生している。しかし南日本に異常に発生したケースでは山陽・四国では 6 A が、山陰と九州では 6 B がそれぞれ優勢であって、それらの起原を考える上に興味が深い。

9 A と 9 B は、前者が東北地方に限られているのに対して後者は全国的に分離されている。

21 A・B の分布は一般に似ているが、北海道では 21 B が圧倒的に優勢で、また西日本でも 21 B だけが分離された地点が多かった。

37 A・B についても、分離数は少いが 21 と似た傾向が示された。

以上の事実を総合すると、これらの BT を区別することは、分布の特異性からいっても重要品種に対する病原性を異にすることからしても必要と思われる。そして前記の一般の RG についての知識と共に考慮すると、1 C・2 及び 45 は近年全く分離されず消滅に近いと思われ、

* この点の論議は、山形大農学部高橋喜天教授の御教示によった。記して深謝の意を表する。

また17・73及び109は分離率がきわめて低いのでいずれも重要ではない。とすれば現在わが国で問題とされるべき生態型はRG 1・5・6・9・21及び37の各BT, A・Bである。ただし, 5・6・9・21及び37のA・Bは同一品種群に対する病原性の有無で区別されるが, 1のA・Bはこれとは違う特性をもつのである。そして第3表に掲げる日本の品種に対する病原性だけから分けると, これらは1A・1B・(9・37)A・(9・37)B・(5・6及び21)A・(5・6及び21)Bの6種にまとめられる。

6. 環境条件による判別品種の反応の変化ならびに "race group" 方式の価値について

第6表の1. 接種時期の相異による各生態型に対する判別品種の反応の変化

Table 6—1. Seasonal variation of the reactions of differential

varieties to leaf rust races

生態型	培養 番号	採集地	接種日	Mal.	Car.	Bre.	Web.	Lor.	Med.	Hus.	Dem.	N55	N31	あおば	N62	赤錆	エクリ
1 A	S 518	鹿 児 島 県	3.30	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			5.17	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			6.21	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			(高)8.8	0	0-2	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			(低)"	0	0-1	4	0	0-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			9.19	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			10.20	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			12.12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 B	R 80	埼 玉 県	3.26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0-4	0	0	0
			4.11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
			5.31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4-0	0	0	0
			6.23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4-0	0	0	0
			(高)7.26	0	0	0-4	0	4	0	0	0	0	0	4	0	0-2	0
			(低)"	0	0	0	0	0-1	0	0	0	0	0	4-0	0	0	0
			8.29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0-4	0	0	0
			9.19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			10.15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
			11.10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	R 249	福 井 県	6.5	0	0-2	4	0	0-2	0	0	0	0	0	4	0	0	0
			9.13	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4-0	0	0	0
	R 414	新 潟 県	6.5	0	4-0	4-0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
			10.3	0	4-0	0-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 C	S 399	新 潟 県	3.30	0	0-1	4	0	0	0	0-4	0-2	4	0-4	0	0	0	4
			4.26	0	0-2	4	0	0	0	0-4	0	4	0	0	0	0	4
			5.31	0	0-4	4	0	0	0	0-4	0	4	0	0	0	0	4
			6.21	0	0-4	4	0-1	0-4	0	2-4	0	4	0	0	0	0	4
			7.17	0	4	4	0	3	0	3	0	2-4	0	0	0	0	4
			(高)8.8	0	4	4	0-1	4	0	4	0	4	0	0-3	0	0	4
			(低)"	0	3	4	0	3	0	3	0	4	0	0-4	0	0	4
			9.19	0	4-0	4	0	0-3	0	4-0	0-1	0	0	0	0	0	4
			10.15	0	0	4	0	0	0-2	4-0	0-2	4	0	0	0	0	4
			11.10	0	0	4	0	0	0-4	0-4	0-4	4	0	0	0	0	4
2	S 501	新 潟 県	3.26	0	0	0-4	0	0	4	0	4	4	0	4-0	4-0	0	3-4
			4.11	0	0	4	0	0-2	4	0	4	4	0	4	0-3	0	4
			5.15	0	0	4	0	0	0	0-4	4	3-4	4	4	0	0	4
			6.17	0	0	3	0	0-2	4	0-2	4	3	4	4	3	0	4
			(高)7.26	0	0-2	3-4	0	4	4	4	4	3-4	0	4	0	0	4
			(低)"	0	0	0-3	0	0	4	0-3	4	4	0	4	0	0	4
			8.29	0	0	4-0	0	4-3	4	4-0	4	4	0	4	4	0	4
			10.19	0	0	4-0	0	0	4	0	4	4	0	4-0	0	0	4-3
			11.10	0	0	0	0	0	4	0	4	0	0	0	0	0	0

RG による生態型同定の方式は, Carina・Brevit及び Hussar の3品種が環境条件により赤錆病菌に対する反応を異にするという理由で標準判別品種から除外するものである。しかし, わが国の生態型に対してはどうか, またこれらの3品種の反応の差により区別される生態型がわが国の重要品種に対して病原性を異にしないかなどの点は一応確かめる必要がある。

判別品種の赤錆反応に影響する環境条件としては, 多くの研究者により温度・光・湿度・土の水分及び土の成分などがあげられているが, われわれが普通の方法で生態型の同定を行う際に最も問題になるのは実験の時期が春と夏, あるいは春と秋というように違った場合に同一生

生態型に対する判別品種の反応が異なるかどうかである。
これは温度・光及び湿度などの諸条件の総合したもので
あるが、中でも温度条件が最も大きいと思われる。そこ
で各生態型に属するいくつかの培養を8標準判別品種と
6附加品種とにくり返し接種を行い、また一部について

は夏期に同時に接種した2組の判別品種を低温室(20°±
2°Cに調節)と高温室(閉め切ったガラス室、最高気温は
40°C近くになる)とに分けて保ち、感染型を比較した。そ
れらの代表的なものを第6表に示したが、接種時期の相
異により同一生態型に対する同一品種の反応が変化する

第6表の2

Table 6—2

生態型	培養 番号	採集地	接種日	Mal.	Car.	Bre.	Web.	Lor.	Med.	Hus.	Dem.	N55	N31	あおぼ	N62	赤錆	エクリ
5 A	R 70	岩手県	4.13	4	0	0	0	0	4	0-4	4	4	4	4-0	3-4	4	0
			5.28	4	0	0	0	0	4	4	4	—	—	—	—	—	—
			6.23	4	0	0	0	0	4	4	4	—	—	—	—	—	—
			(高)8.8	4	0-1	0-2	0	1-2	4	4-0	4	4	4	4	—	—	0
			(低)"	4	0	4	0	0	4	4	4	4	4	4	—	—	3
			9.19	4	0	0	0	0	4	4	4	—	—	—	—	—	0-1
5 B	S 347	岩手県	11.10	4	0	0	0	0	4	0-4	4	—	—	—	—	—	—
			4.26	4	0	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4
			5.31	4	0	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4
			7.17	4	0	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4
			(高)8.8	4	—	3	0	0-3	4	4	4	4	4	4	—	—	4
			(低)"	4	—	—	0	0	4	4	4	4	4	4	—	—	4
	P 10	岩手県	10.16	4	0	0	0	0	4	4	4	4	4	4-0	4-3	4	4
			11.28	4	0	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4
			5.31	4	0-1	1-4	0	1	4	4-3	4	4	4	4-0	4	4	4
			5.15	4	—	—	0	0	4	4-0	4	4	4	4	4	4	—
			9.16	4	0	0	0	0	4	4-0	4	4	4	4	4	4	4
			A 385	4	—	—	0	0	4	4-0	4	4	4	4	4	4	—
	S 898	秋田県	7.17	4	0-2	4	0	4	4	3-4	4	4	4	4	4	4	0
			(高)7.26	3-4	3	4	0	4	4	4	4-3	4	4	4	—	—	4
			(低)"	4	0-2	3	0	2-3	4	0-4	4	4	4	4	—	—	0
			10.17	4	0-1	4	0	3	4-0	0-3	4	4	4	4	4	4	0
			3.27	4	0	3-4	0	4	4	3-4	4	—	—	—	—	—	—
			4.11	4	0	4	0	4	4	0-4	4	—	—	—	—	—	—
6 B	S 481	新潟県	5.21	4	0	0-3	0	2-3	4	0-4	4	4	4	4	4	4	—
			6.22	4	0	0-2	0	0-3	4	3-4	4	4	4	4	4	4	—
			(高)8.18	4	2	4	0	4	4	4	4	4	4	0-4	—	—	4
			(低)"	4	0	0-3	0	3	4	0-3	4	4	4	4	—	—	4
	R 547	岩手県	4.19	4	4	4	0-2	4	4	4-0	4	—	—	—	—	—	—
			7.3	4	—	4	0	4	4	0-4	4	4	4	4	4	4	4
			9.9	4	4-0	4	0-1	4	4	4-0	4	—	—	—	—	—	—
	P 57	埼玉県	7.4	4	3-4	4	0-2	3	3	0	3	3	4	0-4	0-3	0-4	4
			4.4	4	4	4	4	4	0-2	0-4	0-2	4	4	0	0	0-2	0
			5.22	4	4	4	3-4	4	4	3-4	0	—	—	—	—	—	—
			6.23	4	4	4	4	4	4	4-0	0	4	4	0	—	—	0-1
			11.1	4	4	4	4	4	0	0-4	0	—	—	—	—	—	—
			4.11	4	4	4	4	4	0	0-4	0	4	4	0	0	0	4
9 B	S 672	新潟県	5.22	4	4	4	4	4	0	4	0	—	—	—	—	—	—
			6.16	4	4	4	4	4	0	4	0	4	4	0	0	0	4
			7.17	4	4	4	3	4	0	4	0	4	4	0	0	0	4
			(高)8.18	4	4	4	4	4	0	4	0	4	4	0	—	—	4
			(低)"	4	4	4	4	4	0	3-4	0	4	4	0	—	—	4
			9.20	4	4	4	3-4	4	0	3-4	0	—	—	—	—	—	—
	P 272	長野県	10.17	4	4	4	4	4	0	4-0	0	4	4	0	0	0	4
			9.22	4	4	4	4	4	0	0	0	4	4	0	0	0	4
			4.4	4	4	4	4	4	0-2	0-4	0-2	4	4	0	0	0-2	0
			5.22	4	4	4	3-4	4	4	3-4	0	—	—	—	—	—	—
			6.23	4	4	4	4	4	4	4-0	0	4	4	0	—	—	0-1
			11.1	4	4	4	4	4	0	0-4	0	—	—	—	—	—	—

場合があることが明らかである。このような変化には多くの環境要素が関係したであろうが、その中、最大と考えられる温度条件について整理したのが第7表である。

第6表の3

Table 6—3

1 A : Carina (以下 Car と略記) は盛夏期にはやや罹病性 (以下 S と略記) に傾くが実験期間を通じて抵抗性 (以下 R と略記) の範囲を出ず, Hussar (以下 Hus

生態型	培養 番号	採集地	分型日	Mal	Car.	Bre.	Web.	Lor.	Med.	Hus.	Dem.	N55	N31	あおば	N62	赤錆	エクリ
17	S 38	新潟県	5.22 9.26	4 4	0 0	0-4 0-3	0 0	0-1 0	0-1 0	0 0	0 0	4 -	4 -	0 -	0 -	0 -	4 -
	S 537	福島県	5.20	4	4	4	0	0	0	4	0-1	-	-	-	-	-	-
	S 546	青森県	5.20	4	0	3-4	0	0	0	3-4	0	4	4	0	0	0	0
21A	S 119	岩手県	4.11 5.28 6.23 7.19 (高)8.18 (低)" 9.20 10.19 11.10	4 4 4 4 4 4 4 4 4	4 4 4 4 4 4 4 4 4	4 4 4 4 4 4 4 4 4	4 4 4 4 4 4 4 4 4	4 4 4 4 4 4 4 4 4	4 4 4 4 4 4 4 4 3-4	0-4 4-3 4-0 4 4 0-4 0-4 0-4 0	4 4 4 4 4 4 4 4 4	4 4 4 4 4 4 4 4 4	4 4 4 4 4 4 4 4 4	4 4 4 4 4 4 4 4 4	4 4 4 4 4 4 4 4 4	4 4 4 4 4 4 4 4 4	0 - 0 0-1 0-2 - 0 -
	R 214	福島県	4.19 6.15 7. 3 9.26	4 4 3-4 4	4 3-4 2-4 2-4	4 4 4 4	0-4 0-3 2-3 0-2	4 4 4 4	4 3-4 4 4	4 4 4 4	4 4 3-4 4	- 4 4 4	- 4 4 4	- 0-3 - -	- 3-0 - -	- 3-4 - -	- 0 - -
21B	P 196	北海道	4.12 5.15 6.17 7.17 8.29 10.11 12.12	4 4 4 4 4 4 4	4 4 4 4 4 4 4	4 3-4 4 4 4 4 4	4 4 4 4 4 4 4	4 4 4 4 4 4 4	4 4 4 4 4-3 4-0 0-3	2-4 0-4 0-3 4 4-3 4-0 0-3	4 4 4 4 4 4 4	4 4 4 4 4 4 4	4 4 4 4 4 4 4	4 4 4 4 4 4 4	4 4 4 4 4 4 4	4 4 4 4 4 4 4	3-4 4 4 4 4 4 4 3-4
	A 92	岩手県	6. 3 10. 8	4 4	4 4	4 4	0-3 0-4	4 4	4 4	0-4 0-3	4 4	4 4	4 4	4 4	4 4	4 4	4 4
37A	S 1005	福島県	4.26 5.28 7.17 (高)8.26 (低)" 9.20 10.19	4 4 3 3 4 4 4	3-4 4 3 4 4 2-4 4-3	4 4 4 4 4 4 4	0 0-1 0 0-2 0 0-2	4 4 4 4 4 4 4	0 0-1 0 3 0 0-3 0-2	0 0-1 0 3 0-1 0-3 0-3	0 0-1 0 4 0 0 0-1	4 4 4 4 4 4 4	4 4 4 4 4 4 4	0 0 0 0-3 0 0	0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0-2 0	0 0 0-2 0 0 0 0
37B	S 975	秋田県	4.13 (高)7.26 (低)" 9.19	4 4 4 4	4 4 3 3-4	4 4 4 4	0 0-2 0 0-1	4 4 4 4	0 0 0 0	4 4 4 4	0-1 0 0 0	4 4 4 4	4 4 4 4	0-3 0 0-4 -	0 0 0 0	0 0 0 0	4 4 4 4
	S 1199	長野県	4. 9 9.19 10. 1 11.10	4 4 4 4	3-4 0-3 0-2 0-1	3-4 4 4 3	0 0 0 0	3-4 4 4 3-4	0 0 0 0-1	0-3 0-3 0-2 0	0-3 0 0 -	- 4 4 -	- 4 4 -	- 0 0 -	- 0 0 -	- 0-4 - -	- 4 4 0
45	S 495	新潟県	3.26 4.26 5.31 6.21 (高)7.26 (低)" 9.19 10.17	0 0 0 0 0 0 0 0	4 4 4 4 4-3 4-0 4 4	4 4 4 4 4-3 4 4-0 4	4 3-4 4 4-3 3-4 4-0 4-0 4	4 4 4 4 4 4-0 4-0 4	4 4 4 4 4 4 4 4	0 0 0 4 4-2 0 0 0	4 4 4 4 3-4 4 3-4 4	0-4 3-4 0 0 3-4 0-4 0 3-4	0 0 0 0 4 0 0 0	4 4 4 4 4 4 4 4	4 3-4 4 4 4 4 4 4	0 0 0 0 0 - - 0	0 0 0 0 4 0 - 0

第7表の1. 種々の温度条件における各生態型に対する判別品種の反応

Table 7—1. The reactions of differential varieties to leaf rust races in different temperature conditions

生態型	条 件	Mal.	Car.	Bre.	Web.	Lor.	Med.	Hus.	Dem.	N55	N31	あおば	N62	赤錆	エクリ	PR	RG
1 A	標準	(R)	(R)	S	(R)	(R)	(R)	(R)	(R)	(R)	(R)	(R)	(R)	(R)	(R)	123	1
	最低高温	(R)	(R)	S	(R)	(R)	(R)	(R)	(R)	(R)	(R)	(R)	(R)	(R)	(R)	11	11
1 B	I 標準	(R)	(R)	X	(R)	(R)	(R)	(R)	(R)	(R)	(R)	X-S	(R)	(R)	(R)	1	1
	I 最高	(R)	(R)	X	(R)	(R)	(R)	(R)	(R)	(R)	(R)	S	(R)	(R)	(R)	?	11
	II 標準	(R)	(R)	S	(R)	(R)	(R)	(R)	(R)	(R)	(R)	X-S	(R)	(R)	(R)	123	1
	II やや低温	(R)	(R)	X	(R)	(R)	(R)	(R)	(R)	(R)	(R)	X-S	(R)	(R)	(R)	63	1
	II 最高	(R)	(R)	X	(R)	(R)	(R)	(R)	(R)	(R)	(R)	X-S	(R)	(R)	(R)	1	1
	II やや高温	(R)	(R)	X	(R)	(R)	(R)	(R)	(R)	(R)	(R)	X-S	(R)	(R)	(R)	?	74
1 C	標準	(R)	X	S	(R)	(R)	(R)	(R)	(R)	(R)	(R)	S	(R)	(R)	(R)	?	1
	最高	(R)	X	S	(R)	(R)	(R)	(R)	(R)	(R)	(R)	S	(R)	(R)	(R)	?	1
2	標準	(R)	(R)	S	(R)	(R)	(R)	X	(R)	S	(R)	(R)	(R)	(R)	S	?	1
	やや高温	(R)	(R)	S	(R)	(R)	(R)	X	(R)	S	(R)	(R)	(R)	(R)	S	?	1
	最高	(R)	(R)	S	(R)	(R)	(R)	X	(R)	S	(R)	(R)	(R)	(R)	S	26.95	11
	やや低温	(R)	(R)	S	(R)	(R)	(R)	X	(R)	S	(R)	(R)	(R)	(R)	S	?	?
5 A	標準	(R)	(R)	S	(R)	(R)	(R)	S	(R)	S	(R)	S	S	(R)	S	25	2
	最高	(R)	(R)	S	(R)	(R)	(R)	S	(R)	S	(R)	S	S	(R)	S	59	2
5 B	I 標準	(R)	(R)	S	(R)	(R)	(R)	S	(R)	S	(R)	S	S	(R)	S	61	12
	I 最高	(R)	(R)	S	(R)	(R)	(R)	S	(R)	S	(R)	S	S	(R)	S	?	2
6 A	標準	(R)	(R)	S	(R)	(R)	(R)	S	(R)	S	(R)	S	X	(R)	S	15	2
	最高	(R)	(R)	S	(R)	(R)	(R)	S	(R)	S	(R)	S	X	(R)	S	?	2
5 B	I 標準	S	(R)	(R)	(R)	(R)	S	S	S	S	S	S	S	S	S	?	5
	I 最高	S	(R)	S	(R)	X	S	S	S	S	S	S	S	S	S	52	5
	II 標準	S	(R)	X	(R)	(R)	S	S	S	S	S	X	S	S	S	?	5
6 A	標準	S	(R)	S	(R)	(R)	S	X	S	S	S	S	S	S	(R)	?	6
	最高	S	S	S	(R)	(R)	S	S	S	S	S	S	S	S	S	144	6
6 B	I 標準	S	(R)	S	(R)	(R)	S	X	S	S	S	S	S	S	(R)	?	6
	I " 高	S	(R)	X-S	(R)	(R)	S	X-S	S	S	S	S	S	S	S	?	6
	I " 高	S	(R)	X-S	(R)	(R)	S	X-S	S	S	S	S	S	S	S	?	6
	II 標準	S	S	S	(R)	(R)	S	S	S	S	S	S	S	S	S	?	6
	III 標準	S	S	S	(R)	(R)	S	S	S	S	S	S	S	S	S	144	6
	III 標準	S	S	S	(R)	(R)	S	S	S	S	S	X	X	X	S	?	6
9 A	標準	S	S	S	S	(R)	(R)	X	(R)	S	S	(R)	X	X	(R)	20	9
9 B	I 標準	S	S	S	S	(R)	(R)	X	(R)	S	S	(R)	(R)	(R)	S	?	9
	II 標準	S	S	S	S	(R)	(R)	X	(R)	S	S	(R)	(R)	(R)	S	10	9
17	I 標準	S	(R)	S	(R)	(R)	(R)	S	(R)	S	S	(R)	(R)	(R)	(R)	?	17
	II 標準	S	(R)	X	(R)	(R)	(R)	(R)	(R)	S	S	(R)	(R)	(R)	S	?	17
	III 標準	S	S	S	(R)	(R)	(R)	S	(R)	—	—	—	—	—	—	?	17

第7表の2
Table7—2

生態型	条 件	Mal.	Car.	Bre.	Web.	Lor.	Med.	Hus.	Dem.	N55	N31	あおば	N62	赤錆	エクリ	PR	RG
21A	I 標 準	S	S	S	S	S	S	X	S	S	S	S	S	S	®	?	21
	”	S	S	S	S	S	S	®	S	S	S	S	S	S	®	77	21
	”	S	S	S	S	S	S	®	S	S	S	S	S	S	®	122	21
	最高温	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	77	21
	II 標 準	S	S	S	X	S	S	S	S	S	S	S	S	S	®	150	21
	高温	S	X	S	X	S	S	S	S	S	S	X	X	S	®	145	21
21B	I 標 準	S	S	S	S	S	S	X	S	S	S	S	S	S	S	?	21
	”	S	S	S	S	S	S	®	S	S	S	S	S	S	S	77	21
	”	S	S	S	S	S	S	®	S	S	S	S	S	S	S	122	21
	II 標 準	S	S	S	X	S	S	X	S	S	S	S	S	S	S	?	21
	”	S	S	S	X	S	S	X	S	S	S	S	S	S	S	150	21
	”	S	S	S	X	S	S	X	S	S	S	S	S	S	S	?	21
37A	標 準	S	S	S	®	S	®	X	®	S	S	®	®	®	®	?	37
	やや低温	S	S	S	®	S	®	®	®	S	S	®	®	®	®	43	37
	高温	S	S	S	®	S	®	®	®	S	S	X	®	®	®	49	37
	最高温	S	S	S	®	S	®	S	®	S	S	X	®	®	®	49	37
37B	I 標 準	S	S	S	®	S	®	S	®	S	S	®	®	®	S	49	37
	最高温	S	S	S	®	S	®	S	®	S	S	X	—	—	S	49	37
	II 標 準	S	X	S	®	S	®	X	®	S	S	®	®	X	S	?	37
	低温	S	®	S	®	S	®	®	®	S	S	®	®	X	S	50	37
	高温	S	S	S	®	S	®	X	®	—	—	—	—	—	—	?	37
	”	S	S	S	®	S	®	X	®	—	—	—	—	—	—	?	37
45	標 準	®	S	S	S	S	S	®	S	S	®	S	S	S	®	143	45
	最高温	®	S	S	S	S	S	X	S	S	®	S	—	—	S	162	45

と略記)と共に安定していた。Brevit(以下 Bre と略記)は一般に4の感染型を示したが低温の時はRに傾き、12月の分型では0を示した。Loros (以下 Lor と略記)は一般に0であるが盛夏期にはSに傾き、極端な高温では4を示すことさえあった。その他の標準品種と附加品種は常に0を示し良く安定していた。この結果から1Aは好適条件ではPR123であるが冬期にはPR1になり、夏期にはPR11(RG11)と同反応を示す可能性がある。

1B: この中には第7表に示すようにCarとBreとの反応を異にする生態型があるようである。第1群はPR1であるが著しい高温ではBreがX、Lorが4になり、これはRG11に当るがPRとしては該当するものがない。また第2群のPR123は63になりやすく、時には1と同様になる。さらに、まれに存在するCarにXを与えるものは未知のものである。日本の品種はこれら三者に対して全く同様に反応するから実用上はこれらを区別する必要がない。

1C: 供試3培養の範囲では、この生態型に対する判別品種の反応は非常に不安定なものといえる。Carの反応は3・11月の0から7・8月の4まで完全に逆転する。Breは常に4を示し安定していたが、Husは盛夏

期には3〜4その他の時期にはXタイプを示した。またLorは1A・1Bと同様に高温期にSとなったが、1ABに対するよりも、より容易に逆転し得るようである。DemocratはLorと逆に、低温期にX、高温期には0になった。その他の品種は大体安定している。結局、この生態型が1Cとしての病原性を示したのは4・5月だけで、その期間にもCarやHusの反応は変りやすいことがわかる。PRとしては高温条件で26あるいは95(この両者はThewに対する病原性で区別される)に一致する反応を示すだけで、他の場合はいずれも今までに記載されたどのPRの反応とも一致しない。RGとしても、1から11または未知のものに変る。日本の品種は一般に安定しているが、あおばこむぎが盛夏にXタイプになった他、農林31号・62号及び赤錆不知1号もまれにXになることがあったが原因は不明である。

2: 2培養を扱っただけの範囲では、Carは著しい高温でややSに傾くが一般には0でよく安定している。

Breは一般にSであるが低温期にはX、時には0になる。Lorは著しい高温で4になりRG12になるが、一般には0を示す。Husもこれに似ているが高温でXタイプになりやすい。PRとしては標準の反応は25に一致する

が、高温では59を経て61に、低温になると未知のものを
経て15に変化する。日本の品種は一般に安定している
が、農林62号は低温期にはXタイプになり、まれには0
になることもあった。

5 A : Carは常にR, Bre 一般に0で盛夏にはXから
4になる。Lorは高温でややSに傾くがRの範囲を出
ない。Husは一般にXタイプで高温で4になる。附加品
種ではエクリップスが著しい高温でSになる他は安定し
ていた。RG は常に5であるが、PR は標準条件では既
知のどれとも一致しない。高温になるとPR52と一致し、
さらに高温になるとまた未知の反応を示す。

5 B : 4培養を比較できたに過ぎないが三種類がある
ようである。Car はどれにも安定したR, Bre は一般に
0で著しい高温ではSになるが、その他に標準条件でX
タイプを示すものがある。Lorは著しい高温でXを示す
が一般には問題ない。Husは常に4のものと、標準条件
でもXタイプを示すものがある。従って第7表のよう
に三者に分けられるが、日本の品種群はいずれに対しても
大体安定したSを示したのでこれらを区別する必要は
ない。RG としてはどれも5であるが、PR としては52
の他に未知のものが2系統あることになる。

6 A : Car の反応は、同地点の同品種から採った2標
本を同時に分型した場合でも、0のものと4のものとが
あり、この二者が違ふものかどうか明らかでない。0の
ものは高温でXタイプからSまで変化し得る。BreはS
で安定している。Husは標準条件でX, 高温で4にな
る。その他の品種はエクリップスが極端な高温で0が4
に逆転する他はよく安定していてRG は常に6である。
PRとしては高温では144と一致するが、標準条件でHus
がXタイプのときは該当するものがない。

6 B : Car の反応がRのものと、XないしSの反応を
示すものがある。その前者は一例だけだがこれに対し
てはBreの反応はRからSまで動くが原因は明らかでな
く、またHusとLorもXあるいはSを示す。附加品種
中あおばこむぎが0あるいはXを示したことは異例であ
る。また後者に対してはBreに常に4, HusはXまたは
Sを示すが、1例だけ0のものが第3群とすべき
かもしれない。いずれもRG 6であるが第1群がLor
がXの時は未知のものになる。PR としては第1群が6
または未知のもの、第2群は144または未知のもの、そし
て第3群は未知のものである。日本の品種はあおばこむ
ぎなどの反応が異なるが第1・3群の例が少いので保留
して区別しないことにする。

9 A : 9 A と同定されたのは3培養だけであるが、

Car と Bre はどれにも常に4を示し安定していた。Hus
はXまた4を示したがこの変化の原因は明らかでない。
附加品種中、農林62号と赤錆不知1号は2培養に対して
Xを示したが、これらもあおばこむぎとエクリップスの
明確なR反応に基いて9 A と同定されたのである。3培
養ともRG 9であるがPR はHusがSの場合は20に一致
するが、Xタイプを示す時は未知のものである。

9 B : Car と Bre は9 A と同様に4で安定していた。
Husの反応は関東・北陸及び東北地方の菌はXもしくは
Sを示したが北海道・長野などの菌は0を示した。この二
者は異なる系統と思われるが後者について実験を反復し
なかったので明らかでない。附加品種の反応はいずれも
典型的なもので安定していた。RGは9として安定してい
るが、PR はHusがSならば20, Xタイプならば未知、
Rならば10となる。どれに対しても日本の品種の反応は
同一で区別する必要はない。

17 : 17 と同定された6培養中、全判別品種に接種した
ものがわずかに2培養だけであって判断が困難である
が、このRG にもエクリップスを侵し得るものと侵し得
ないものがあることは確実である。第7表でみられる
ように Car・Bre及びHusの反応の差に基いて三分さ
れるが、一致するPRは全くない。

21 A : Car と Bre はSでよく安定していて、Husの
反応は一般にXタイプであるが、高温ではSに、低温で
はRに傾くようである。RG の方式では Webster がX
のものも21になるが、それらに対しては高温でCar・あ
おばこむぎ・農林62号もXタイプを示した。どれもRG 21の
範囲を出ないわけだがPR としてはWebster がSの
ものは一般的な反応では該当するものが無く、まれにPR
77あるいは122の反応を示す。またWebster がXの
ものはPR150あるいは145になる。附加品種はエクリップ
スが著しい高温で第1群にSを示した他は、どれに対しても
SまたはXであるので、区別する必要はないと思われる。

21 B : これにも21 A と同じく Webster がSのものと
Xのものがある。Car と Bre は常に4で安定してい
る。Hus は一般にXタイプであるが、Webster がSの
ものに対してはSまたはRに、Webster がXのものに
はSに変化することがある。日本の品種はどれもSを
示し、区別する必要はない。

37 A : Car と Bre はSで安定しているが、Husは標
準でX, 低温でR, 高温でSに動くようである。附加品
種はあおばこむぎが高温でRからXに、またエクリッ
プスも著しい高温ではRからSに変化するが一般には問題

にならない。常に RG 37 の範囲にあるが、PR としては低温で43、高温で49に相当し、標準条件では該当するものがない。

37B：これには37Aと異なり Car に対する病原性が安定している系統と、そうでないものがあるようである。Hus も同じ傾向を示した。Bre は一般に S だが X を示した場合もある。Democrat もまれに X を示した。附加品種はあおばこむぎが盛夏に X タイプを示した他、Car への病原性が安定しない系統に対して赤錆不知1号が X を示したことも注目される。しかしこのような培養は少かった。第1群は PR 49 に相当し、第2群は標準条件と高温とでは未知の反応を示し、低温では PR 50 に一致した。

45：Car と Bre は4、Hus は0が標準の反応である。盛夏期にはこれらが X タイプを示すことがまれにある。附加品種は農林55号がまれに X を示し、またエクリップが極端な高温で0から4に変わった他はよく安定していた。したがって PR 143 に相当する。

以上の実験結果を総合すると、標準判別品種の中、

Carina・Brevit 及び Hussar の3品種の反応は普通の条件下で行った実験でも著しく変化することがあるのは明らかで、これらの品種の、その時々への反応に基いて生態型を同定することは非常な混乱を招くおそれがある。また、これらの3品種の反応の差異により1つの RG が確実に細分されると思われる例もあったが、それらの生態型に対して日本の小麦品種は同様に反応することが認められた。とすれば、Carina など3品種を判別品種に加えておく意義は全くないように思われ、これらを除外しようとする CHESTER の“race group”方式は妥当なものと思われる。さらに他の品種中でも、Lor は著しい高温の下では反応が変り、RG の同定結果が変わる可能性があるもので、そのような条件は避けるべきであると共に、このような反応の変異の中についての認識が必要である。また6附加品種の反応は一部変化する場合もあるが、大体において安定しており判別品種としてすぐれていた。

生態型同定は判別品種の反応が R・S または X のいずれであるかに基くのであるが、X タイプの反応は一般に

第8表. 各判別品種の決定率・X率および不純率

Table 8. Percentage of clear-cut infection type and X type of seedlings and of the genetic impurity of seeds in each differential variety

実験年次	種 類	Mal.	Car.	Bre.	Web.	Lor.	Med.	Hus.	Dem.	N55	N31	あおば	N62	赤錆	エクリ
1952	決定率	96.5	74.8	79.7	81.1	78.2	76.2	64.8	83.0	—	—	—	—	—	—
	X 率	2.0	21.7	15.9	16.1	14.8	13.3	28.9	12.1	—	—	—	—	—	—
	不純率	1.5	3.5	4.4	2.8	7.0	10.5	6.3	4.9	—	—	—	—	—	—
1953	決定率	97.4	71.5	81.3	85.6	86.4	85.8	63.6	86.0	—	—	—	—	—	—
	X 率	2.4	22.3	17.6	12.3	11.1	9.5	34.8	11.0	—	—	—	—	—	—
	不純率	0.2	6.2	1.1	2.1	2.4	4.7	1.6	3.0	—	—	—	—	—	—
1954	決定率	99.6	83.0	82.3	89.0	89.1	92.9	76.4	94.3	—	—	—	—	—	—
	X 率	0.1	4.4	11.4	3.9	7.0	2.0	22.1	4.0	—	—	—	—	—	—
	不純率	0.2	12.5	6.2	7.1	3.9	5.1	1.5	1.7	—	—	—	—	—	—
1955	決定率	96.9	78.4	82.5	87.4	88.5	92.0	67.5	92.0	—	—	—	—	—	—
	X 率	3.1	10.1	11.1	4.6	6.5	7.4	32.0	7.4	—	—	—	—	—	—
	不純率	0.0	11.5	6.4	8.0	4.9	0.6	0.4	0.6	—	—	—	—	—	—
1956	決定率	99.4	78.1	74.2	90.2	83.0	94.2	76.1	95.6	97.2	100.0	91.8	93.9	97.8	96.8
	X 率	0.0	4.4	5.2	2.8	10.4	1.9	21.1	3.5	2.8	0.0	6.9	5.4	1.9	2.5
	不純率	0.6	17.5	20.6	7.0	6.6	3.8	2.8	1.0	0.0	0.0	1.3	0.6	0.3	0.6
1957	決定率	98.7	67.9	63.0	79.5	84.5	87.5	53.8	89.6	97.0	97.6	84.2	89.2	93.6	92.0
	X 率	1.0	6.6	5.2	13.8	12.5	7.4	45.1	9.1	3.0	1.3	14.5	9.1	5.7	5.7
	不純率	0.3	25.5	31.8	6.7	3.0	5.1	1.1	2.3	0.0	1.1	1.3	2.7	0.7	2.3
1958	決定率	99.5	69.4	75.3	83.6	77.7	90.5	62.3	95.5	90.9	96.8	81.4	93.6	98.6	92.5
	X 率	0.5	3.5	4.5	5.9	6.4	3.6	36.8	4.5	8.6	0.5	14.5	4.5	1.4	7.5
	不純率	0.0	27.1	20.2	10.5	15.9	5.9	0.9	0.0	0.5	2.7	4.1	1.9	0.0	0.0
全期間	決定率	98.4	77.6	79.3	86.5	86.1	90.0	68.4	91.9	95.3	98.3	86.3	92.2	96.5	94.1
	X 率	1.3	8.6	10.6	6.8	8.7	4.9	30.1	6.6	4.6	0.6	11.6	6.5	3.1	4.8
	不純率	0.3	13.7	10.2	6.6	5.2	5.1	1.5	1.5	0.1	0.1	2.0	1.3	0.4	1.0

動きやすいし、**R**に近い、または**S**に近い**X**タイプの場合もあって同定が困難なことも少なくない。**X**タイプの原因としては、1. 環境条件によるもの、2. 菌の病原性あるいは寄主の抵抗性についての遺伝因子の不純によるもの、3. 二つ以上の生態型の混在によるもの、の三者が考えられる⁹⁾。第三の場合は論外として、前二者はいずれも菌と寄主との双方が関与するわけであるが、いま判別品種を選ぶ立場からみればなるべく**X**タイプを示すことが少くて、**R**または**S**と明確な判定ができるような反応を示すものが望ましい。また同定の際に何個体かの判別品種を用いて常にそのすべてが同一の反応を示すわけではなく、一部が全く逆の反応を示すことがある。これは判別品種の採種・保存の技術によるもので、まれには機械的な過失によることもあるが、大部分は保存栽培の際に他花受粉によりその品種が不純になることに基くものと思われる。すべての種子を自殖により採種し、また採種操作には最大の注意を払って絶対に誤りの無い保存をすべきであるが、わが国の現状ではその完全を望むことは困難と思われる。また、同定の際に各判別品種の個体数を増せば、上記の原因による誤りがある程度まで減らすことができようが、これも種子の供給量による限度がある。筆者らの実験の場合、大部分は自然採種種子を用い、1回の供試個体は一般に1品種5〜10本である。そして反応の個体差により生態型を決定できなかった経験もなくはない。その原因の大部分をその品種の他花受粉性に求めるならば、このようなことの多かった品種は判別品種としては望ましくないということになろう。

第8表は判別品種のおのおのについて、全接種回数に対する1. **R・S**のいずれかに決定できた回数の百分率(決定率)、2. **X**であった回数の百分率(**X**率)、3. 個体により反応が異なり決定できなかった回数の百分率(不純率)を示したものである。これによると **Car** と **Bre** は**X**率・不純率ともに高く、決定率は80%を割っている。**Hus** は不純率は低い**X**率が著しく高く、決定率は68.4%という低率を示している。したがって、この点からしても **Carina**・**Brevit**及び**Hussar**の3品種は判別品種として望ましくないといえよう。その他のものは、標準品種では **Malakoff** は決定率が最も高く判別品種として最良で、**Mediterranean** と **Democrat** はこれに次ぐが、**Webster** と **Loros** はあまり良いとはいえない。附加品種ではあおばこむぎが**X**率が高くてやや劣るが、判別品種は主要栽培品種から選ぶことが望ましいので、他の品種で替えることをしなかった。他の5品種はいずれも決定率が高く、判別品種として適当なものといえよう。

7. 総 合 論 議

1. 標本採取法

ある地域での生態型の分布状態を知ろうとするこの種の調査では標本の採取法が最も重要な問題である。標本抽出のやり方により全く別の結果を引き出す可能性さえあると思われる。前記したように、全国の小麦栽培地域から漏れなくそこに栽培されている品種から栽培面積に比例した数の標本を採れば、実情を表わすに近くなるであろう。しかし小麦の栽培地域・品種及び栽培面積は年々変化するであろうから、標本の採取地点を年々決定することが非常に困難と思われる。次善の策としては、小麦が栽培されそうな地域をあらかじめ機械的に細分しておき、そこで最も普通の品種の病葉を採るという方法が考えられる。これならば採集地点の決定は容易だが、標本を研究者が採集して廻ることは不可能であるし、全国的な組織の確立していない現在では実際には行い得ないであろう。そこで現実には限られた研究機関に依頼して、その圃場に発生した菌を送付してもらうという安易な手段を採らざるを得なくなる。この研究でも、1952〜'54年の東北6県・1955年の北陸地方の標本の他は、ほとんどすべて各地の小麦育種機関での「小麦品種の赤銹病抵抗性検定連絡試験」の圃場から得られた材料に基いている。このような研究機関の圃場には、多種多様な小麦品種が栽培されていて、著しい早生の品種からきわめて晩生の品種まで含まれ、また試験のために例外的に早播したり晩播されたりすることもある。従って圃場に麦のある期間が一般農家の畑に比べてずっと長く、赤銹病菌の発生・蔓延には非常に好都合である。更に、抵抗性の程度を異にする種々の品種が栽培されるので、単一品種が大面積に存在する一般圃場と違って種々の病原性の生態型が共存することが可能であり、生態型の集合・増殖場所の役割を果たすことになる。そのために生態型構成が一般圃場のそれよりも著しく複雑である。従ってそのような所から材料を得た調査は正確な分布状態を知るには不適当なものといわねばならない。この研究にもそのような欠点が存在することは明らかである。他日、機会を得てこの欠点を補い、より正確な調査を行うことを期すると共に、小麦赤銹病のみならず一般の作物病害について抵抗性品種育成の基礎として、また発生予察事業との関連で、適当なサンプリングのための組織が作られることを望んでやまない。

2. 生態型の判別方式

小麦赤銹病菌の生態型を判別するために **JOHNSTON** ら

が選んだ8品種中、Carinaなどの3品種を除外しようとするCHESTERの主張は、日本の生態型と小麦品種についても妥当なことが確かめられた。しかし一方、同一RGに対して日本の主要品種が異なって反応する場合があること、すなわち、単一RGの中に日本の品種に対する病原性を異にする“bio-types”が存在することが確認されたので、RG方式をそのままが国で用いることも適当ではない。

生態型判別方式を修正する試みが種々あることは既に述べたが、JOHNSTONらの“unified race”方式はきわめて簡便で最も実用的であるけれども、特にXタイプをすべて罹病性反応としたことはあまりに機械的すぎて全面的に賛成することはできない。Xタイプの中には条件が異なれば抵抗性反応を示す場合も少くないからである。HUSSEBRAUK⁸⁾は標準品種を1品種だけ残して他を除き、ヨーロッパの品種の中から11品種を選んで加えて、ドイツの生態型を最も良く判別できる方式を作り出した。このような方法も良いが、過去の記録や外国の成績と全く比較できなくなるのも困るので、従来用いられた品種を尊重することは必要である。また全く新たに判別品種を選び出すことは容易でないから、判別能力を確認されている標準品種から出発することが実際上としても得策である。とすれば、少くともわが国の場合、CHESTERの“race group”方式を基礎として、この5品種にわが国の生態型を判別するのに適した若干の品種を附加するのが最も適当と考えられる。

限られた数の特定の品種を判別品種として病原菌の生態型を区別することは、あくまで実用的な見地に立つものである。判別品種の数を無制限に増して行けば、生態型は無限に細分できると、少くとも理論的には考え得る。しかし、それでは実用的でなくなるから、ある程度に止めねばならない。その限界は実際に栽培されている品種の反応に基いて定めるべきである。この実験に用いた小麦品種の範囲は、盛岡試験地に保存中の約1,200品種(いずれも盛岡で秋播して採種できる程度に秋播性・耐寒並びに耐雪性の高いもの)に、さらに西日本の各府県の奨励品種を産地から取り寄せて加えてある。それらの大部分が前記の7品種群のいずれかに属するのであるから、わが国の実用的立場からしてⅡ～Ⅶ品種群の代表を標準5品種に附加して用いるのがよいと考える。各品種群の代表としては前にあげた農林55号・同31号・あおばこむぎ・農林62号・赤錆不知1号およびエクリップスが反応の安定性その他から最も適当である。この7品種群のどれにも当たらないような独特の反応を示す重要品種が将来

出現したならば、それらを判別品種に加えねばならないことはいうまでもない。

3. 生態型の分布を支配する要因

わが国の小麦赤錆病菌生態型の分布には「北が強く、南が弱い」という明確な地域性があることは既に述べた。この病害は空気伝染性であって、夏胞子は風により自由に空中を浮遊し他の地点に飛散してそこに発病をもたらすことができる。したがって北も南も同様な生態型構成になりそうなのであるが実際にはそうでない。このことの原因としていろいろのことが考えられる。第1に地理的な障壁があって夏胞子の交流を妨げるという考えであるが、日本の場合大山脈は本土を南北に縦走しているのであって、東西間の交流を妨げることはあっても南北の間の夏胞子飛散を妨げる原因とはなり得ない。そして東北地方で、中央山脈により二分された表東北と裏東北とで生態型の種類に相異がない事実をみれば、この点は根拠になり得ないことがわかる。第2には生態型間の生態的性質の差異が考えられる。すなわち強生態型は北日本の環境条件に適し、たとえば低温に強く、弱生態型は逆に南日本の環境に適し、低温には弱いが高温には強いなどということである。われわれが常法で生態型同定実験をしている経験では、両者の代表たとえば1Aと21Bとの間に、1Aが高温期でも良く発病するが冬期にはあまりよく発病しないとか、21Bがその逆であるとかいう事実を見出すことはできなかった。良い条件下ではどちらも良く発病し、悪い条件下ではどちらも同様に潜伏期間が長くなったりした。もっと厳密な実験をすれば、もっと微妙な差異を見出し得るかもしれない。そしてたとえば低温期に21Bの胞子堆が1Aのそれよりも0.1日早く成熟し、その差異が重って発生終期には圃場における21Bの量が1Aのそれよりもある程度多くなる可能性は考えられる。しかし、そのようなことは局地的に生態型間の優劣を説明できても、わが国全土にわたる明確な地域性の説明には足りないように思われる。第3にはわが国の南北で栽培される小麦品種の抵抗性が異なり、それによりその地域の生態型が支配されるという考えである。筆者らはこれこそ最大の要因であると信ずる。

いま、昭和31年度産(北海道だけ32年度産)の小麦の品種別作付面積の統計に基いて各地域の主要品種を子苗反応によって1Aに抵抗性のものと罹病性のものとに分けてみると第9表のようになる。不明としたものの大部分は栽培面積の少い雑多な品種である。北から順にみると、北海道では1Aに弱い品種は全く無く、1Aが存在する可能性はないのである。東北地方でも1Aに強い品

第9表. 各地に栽培されている小麦品種の1Aに対する子苗反応
 Table 9. The seedling reactions of wheat varieties cultivated
 in different localities to leaf rust race 1A

地 域	全栽培面積	1Aに罹病性の品種		1Aに抵抗性の品種		不 明 品 種	
		面 積	%	面 積	%	面 積	%
北海道	13,227	0	0.0	9,568	72.3	3,659	27.7
北 海 道	23,165	84	0.4	16,324	70.5	6,757	29.2
東北	16,993	1,035	6.1	10,872	64.0	5,086	29.9
北 陸	18,192	2,277	12.5	7,933	43.6	7,982	43.9
関東	229,612	133,595	58.2	42,419	18.5	53,598	23.3
中 部	17,396	7,108	40.9	4,564	26.2	5,724	32.9
東 部	80,568	56,359	70.0	0	0.0	24,209	30.0
海 道	17,927	8,289	46.2	798	4.5	8,840	49.3
山 陽	61,995	47,001	75.8	1,491	2.4	13,503	21.8
山 陰	136,659	125,330	91.7	0	0.0	11,329	8.3
九 州	36,303	28,099	77.4	964	2.7	7,240	19.9
全 国	652,037	409,177	62.8	94,933	14.6	147,927	22.7

種がほとんどすべてを占め、1Aが侵し得る品種はきわめて僅かに栽培されているに過ぎない。圃場抵抗性を考慮に入ればこの傾向はもっと強調されるであろう。北陸では1Aに強い品種が半ばを占めるが、1Aに弱い品種も東北地方よりずっと多く存在し、この地方の生態型構成が複雑なことを裏書きしている。関東東山地方へ行くくと逆転して1Aに弱い品種が断然優勢になってくる。それに伴い生態型構成も1Aが多くなるが、一方1Aに抵抗性の品種も部分的にはかなり作られていて、そこでは強生態型が存在し、北陸地方とは逆の意味で生態型構成を複雑にしている。次の中部高地では再び1Aに強い品種がかなり栽培されるようになる。この地域が関東よりも西にありながら強生態型が分離されることの理由であろう。東海近畿地方から西になると1Aに弱い品種が圧倒的になり、それに伴って生態型構成も弱生態型が断然優勢を占めてくる。

このことからみて、わが国の各地域での赤錆病菌生態型分布に栽培品種が大きく影響していることは明らかである。少なくとも北日本に弱生態型がない理由は、弱生態型が侵し得る品種がないことであるのは疑う余地がない。そして、北日本に栽培される品種とは結局、秋播性・耐寒性及び耐雪性の高い品種であり、これらの北日本に適した諸形質が弱生態型に対する抵抗性もしくは強生態型に対する罹病性と高い相関をもつことになる。このことは草野・明日山¹⁶⁾も既に述べているが、その機構については全く不明である。中部高地が地理的に西日本側に入るにもかかわらず強生態型が多いことは、高冷地であるために北日本と同様な品種が栽培されているからに他ならない。それに反して西日本に栽培される秋播性の

低い耐寒性・耐雪性の低い品種は弱生態型に罹病性であるので、この地域には弱生態型が蔓延することができるのである。

ところで弱生態型に弱い西日本の品種は当然強生態型にも罹病性であるにもかかわらず、西日本に強生態型がないのは何故であろうか。小麦の栽培慣行・気象条件特に風向および生態型間の競合がこれの原因であると考えられる。北日本の小麦は9・10月に播き、10・11月には強生態型の秋季発生が見られる。これが北風に送られて南下したとしても、西日本の小麦は11・12月に播くのでまだ感染を起す相手がいない。西日本の小麦が成長してきた12月には北日本の小麦は雪に埋もれ、あるいは低温のために下葉が枯れて伝染源が存在しない。北日本での赤錆病の春季発生は、主として菌糸の形で越冬した菌を伝染源として4月末から5月始めに始まり、6月に入ってから漸く著しくなる。しかしこの頃は日本列島全体として南風が優勢であるために北日本から西日本へ送られる強生態型の夏胞子の量はあまり多いものではないと思われるし、また西日本では小麦の成熟期が早く、この頃には大部分が刈り取られてしまっていて圃場には存在しなくなる。西日本に強生態型がない理由の一つはこのように伝染源が少い事であると思われるが、全く存在しないのではない。西日本で試験のために農林24号・赤錆不知1号などのRG1に抵抗性で、成熟期の比較的遅い品種を栽培してみると、生育末期に低い発病度ながら明らかに感染を示す。鳥取県農試東伯分場で1954年5月に得た13標本を同定したところ、すべてRG1であったが、翌6月に採集した11標本には1の他、RG2・6及び21が各1標本含まれていた。不十分な例ではあるが、この地域に小麦の生育

末期になって北日本の強生態型の夏孢子が少量ながら飛来することを示している。同じ圃場で1955年5月に農林24号(RG 1に抵抗性)と農林25号(1に罹病性)の病葉を各5点採って生態型を調査したところ、前者の5点からはいずれもRG 6が、また後者の5点のすべてからRG 1が分離された。このようなことは他にもたびたび見られた。すなわち、強品種からは強生態型だけが、弱品種からは弱生態型だけが得られるのである。前者の現象は当然であるとしても、弱品種からそれを侵し得る強生態型が全く得られなかったのである。この場合は両品種の発病度がほぼ等しかったから、強弱両生態型の量の差によって説明することはできない。従ってこの場合はRG 1が早くから発生していて、農林25号は生育の初期から発病し順調に拡大していたが、農林24号はRG 1に抵抗性なので感染せずに残った。生育後期に北日本からかなり多量のRG 6の夏孢子が飛来して、農林24号はそれにより急激に感染・発病したけれども農林25号は既に1により充分に罹病していたために6が侵入しても発病できなかった。すなわち、農林25号で既に侵入して寄生関係を確立していた1と、新たに侵入した6との間に、機構は明らかでないが競合が行われ、6が負けたと考えられるのである。このような現象は西日本の小麦生育末期にしばしば起っているものと考えられ、これが西日本の弱品種が強生態型により侵され難いことの最大の理由であると考えられる。

日本の南北に分布する生態型を比較した場合、単にその病原性が異なるだけでなく、北日本での生態型構成が南日本に比べて著しく複雑であることが目につく。その理由の1つは、北日本で赤錆病菌が中間寄生であるアキカラマツを通過する機会が多く、その上で生態型間の交雑あるいは自殖が行われ、そのために新しい生態型が生成されることであると考えられる。この点については前記した生態型間の競合現象と共に、後報で実験的に証明する予定である。

4. 育種の目標、特に将来の問題点

生態型を判別する第一の目的は抵抗性品種育成の目標を定めることであるが、新品種の育成は非常に長年月を要するものであるから、そのためには生態型分布の未来像の研究も重要である。

生態型の分布状態について既往の諸報告と比較してみると、最大の相異点は、過去にRG 1に次いでわが国の主要生態型であったRG 2が衰退したこと、次に過去に見出されなかったRG 9が近年各地にかなり普通に発生していることである。この二点を除いては重要な変化は

みられない。北日本に病原性の強い生態型が、また南日本には弱い生態型が優勢に分布しているという明瞭な地域性が、明日山ら²⁾の指摘した過去16年間を含めると21年間変らぬ傾向であることがうかがえる。

このようにわが国の赤錆病菌生態型の分布状態はかなり安定しているようであるが、固定したものは決して思われない。北海道の著名品種である赤錆不知1号が、それが育成された昭和初年には名のとおり強抵抗性品種であったのに、現在最も弱い品種の1つに教えられていることは、当時は北海道にも恐らくRG 1が優勢に分布していて、その後10年の中に事情が一変したためと考えられる。将来このような大きな変化が起るかもしれないことを予想して対策を講じておく必要があろう。

北日本では現在分布している強生態型の中でも最も病原性の強い21Bを抵抗性品種育成の目標とすべきである。21Bはわが国最強のもので、これに抵抗性のものは他の生態型のすべてに抵抗性であると思われるので、北海道のように21Bが圧倒的に優勢な地域はもちろん、東北北部・東南北部・北陸及び中部高地のように種々の生態型が混在する地域でも21Bを育種目標とすべきである。現在の栽培品種中にはこれに抵抗性のものは存在しないので、従来の品種間交配では抵抗性品種を得ることは期待できず、Timopheevi小麦などの野生小麦の抵抗性を導入する必要がある。それと共に現在の21Bよりもさらに病原性の強い生態型の出現を警戒せねばならない。栽培品種のすべてが21Bに侵される現状では21Bより強い生態型がたとえ存在したとしても蔓延の可能性は少く、その探知も非常に困難であろうが、将来21Bに抵抗性の小麦品種が作り出されて普及したときに初めて現実の問題となるであろう。それより少しでも早く探知して新たな育種の目標として加えておかねばならない。21Bに対しては判別品種のすべてが同様に侵されてしまうので、21Bより強い生態型を探知するには全く役に立たず、新たな強抵抗性の品種を用いねばならない。筆者らは先に、一般の21Bよりも多少病原性の強い系統を北見地方から分離した²³⁾。これらは一般の21Bが全く侵し得なかった(感染型0)Hope × Timstein II-39-44, Timsteinなど(いずれも野生小麦との交配系統)の上にXタイプを与える程度のものであったが、これらの品種は最強生態型の探知に役立つと思われる。これらをすべての培養の生態型同定に判別品種として加えること必要ではないが、少なくとも北海道・東北北部などからの分離培養に対しては供試したいものである。

南日本には病原性の弱い1Aや1Bが優勢に分布して

いる。これらに抵抗性の品種は北日本に適したものの中には多数あるけれども、主として感温性の相異により南日本に栽培することができない。南日本に栽培されている品種の大部分は、分布する弱生態型に対し抵抗性をもたないので、罹病して被害を受けることは北日本とあまり変わらないことになる。この地域では弱生態型、特に1Bに抵抗性で、しかもこの地域に適した優良品種を作出することが当面の急務である。しかし将来1Bに抵抗性の品種が普及すれば、それまで弱生態型と競合して敗れていた北方の強生態型が次第に蔓延してくる可能性が充分に考えられるので、次の段階として北日本での育種を参考として、それらの強生態型に対する抵抗性品種の育成を目指さねばならなくなるであろう。

8. 摘 要

1952〜'58年に各地で採集された小麦赤銹病菌夏孢子材料についてCHESTERに従い“race group”を同定し、重要なものからの順に1・21・6・37・9・5・45・17・2・73及び109の11の“race group”を見出した。1は北海道を除く全国から得られ、特に関東以南で優勢である。21・6及び5は北日本と中部高地及び山陰などから分離され、21は北海道に、6は東北地方北部に特に多い。37と9は全国的に散発するが、前者は東北地方南部に後者は北陸と中部高地に特に多い。他の生態型は発生が少く、現在では重要でない。一般に、北日本には病原性の強い系統が、また南日本には弱い系統が優勢に分布するという明らかな地域性が見られ、これは過去21年間を通じて変らない傾向である。

各“race group”に属する多数の培養をわが国の主要栽培品種を含む多数の小麦品種に子苗接種した結果、小麦品種はその子苗反応から7群に分けられ菌もそれらに対する病原性により“race group”1は三つ(A・B・C)、“race group”5・6・9・17・21および37は二つ(A・B)の“biotype”に細分された。これらの間には、たがいに病原性の強弱の段階をつけ得るものと、病原性の逆転があって強弱を比較できないものがあったが、それらに抵抗性を示す品種の多少により実際の強弱関係を考えれば、1Aと1Bは病原性弱、1C・2及び45は中の弱、9・17及び37は中の強、5・6及び21は強である。1Aは病原性が最も弱くこれに罹病する品種は全生態型に罹病し、21Bは病原性が最強で栽培品種中には抵抗性のものがないが、これに抵抗性の野生小麦などは全生態型に抵抗性である。各品種群中、全生態型に罹病性の第I群に属する品種が最も多く、ついで1

A・Bだけに抵抗性の第II群が多かった。生態型を判別できる第II〜VII群のそれぞれの代表として、農林55号・農林31号・あおぼこむぎ・農林62号・赤銹不知1号およびエクリップスを選んだ。

8標準判別品種と上記6品種に対し各生態型をくり返し接種して、環境条件による反応の変化を調べた結果、Carina・Brevit及びHussarの3品種の反応は甚だ不安定で、また、これらの3品種で区別される系統には日本の品種が同様に反応したので、これらを除外するCHESTERの“race group”方式はわが国でも妥当と思われた。その他の11品種の反応は極端な条件を避ければよく安定しており、またXタイプを示すことが少く、他花受粉によると思われる種子の不純も少くて、判別品種として適当と思われた。各“bio-type”が主要栽培品種に対する病原性を異にするので、前記6品種を標準5品種に附加して生態型を判別するのが、わが国の現在の実用的な立場から適当である。

わが国での生態型分布を支配する要因として、栽培品種の抵抗性・栽培慣行・気象条件特に風向及び生態型間のせり合いなどを指摘し、中でも各地に栽培される主要品種の抵抗性が最も大きく影響し、将来、品種の更新に伴い生態型構成も大きく変り得ることを述べた。

抵抗性品種育成の目標としては、北日本や山陰・中部高地などでは現在の段階で21Bを目標として野生小麦の抵抗性を導入する必要がある、同時に21Bよりも強い生態型の発生に注目せねばならない。その他の地域では当面1Bを目標とし、将来、強系統への対策を用意しておかねばならない。

引 用 文 献

- 1) ASUYAMA, H. 1940. Physiologic specialization in Japanese wheat rusts. Proc. Pac. Sci. Congr. 6th (1939) 4: 775〜778.
- 2) 明日山秀文. 1951. ムギの銹病並に「うどんこ」病の生態と防除. 農及園 26: 33〜38.
- 3) ———. 池上雅春・下山守人. 1954. 昭和27年及び28年に発生した小麦赤銹病菌の生態型の分布(講要). 日植病報 18: 135.
- 4) ———. 寺中理明. 1951. わが国におけるコムギ赤銹病菌生態型の分布(講要) 同上 15: 170.
- 5) ———. 山田昌雄・山口昭. 1952. 昭和26年に発生した小麦赤銹病菌及び大麦赤銹病菌の生態型について(講要) 同上 17: 41.
- 6) CHESTER, K.S. 1946. The nature and prevention of the cereal rusts as exemplified in the leaf rust of wheat. Chronica Botanica Co, Waltham,

- 269 pp.
- 7) ——— and JAMISON, C. 1939. Physiologic races of wheat leaf rust involved in the 1938 epiphytotic. *Phytopath.* 29: 962~967.
 - 8) HASSEBRAUK, K. 1940. Mit Hilfe neuer Testsorten durchgeführte Untersuchungen über die physiologische Spezialisierung von *Puccinia triticina* Erikss. *Arb. Biol. Reichsanst.* 23: 37~50.
 - 9) JOHNSTON, C.O. 1956. Unified number for races of *Puccinia triticina*. *Robigo* 1: 1~2.
 - 10) ———, HUMPHREY, H. B., CALDWELL, R. M. and COMPTON, L. E. 1942. Third revision of the international register of physiologic races of the leaf rust of wheat (*Puccinia rubigo-vera tritici* (*triticina*)). U. S. Dept. Agr., Bur. Pl. Ind., Div. Cereal Crops and Dis., Mimeographed.
 - 11) ——— and LEVINE, M. N. 1955. Fifth revision of the international register of physiologic races of *Puccinia rubigo-vera* (D.C.) Wint. f. sp. *tritici* (Erikss.) Carleton = (*P. triticina* Erikss.). *Plant Dis. Dis. Repr. Suppl.* 233: 104~120.
 - 12) ——— and MAINS, E. B. 1932. Studies on physiologic specialization in *Puccinia triticina*. U.S. Dept. Agr. Tech. Bull. No. 313. 22 pp.
 - 13) 草野俊助・明日山秀文・1934. 小麦各種銹病に関する研究. I. 農産彙報 19: 1~43.
 - 14) ———. 1935. 同上. II. 農産彙報 32: 3~29.
 - 15) ———. 1936. 同上. III. 農産彙報 45: 1~43.
 - 16) ———. 1937. 同上. IV. 農産彙報 55: 1~42.
 - 17) ———. 1938. 同上. V. 農産彙報 64: 1~27.
 - 18) ———. 1939. 同上. VI. 農産彙報 70: 1~32.
 - 19) 鯉塚喜久治・横井常高. 1933. 小麦赤銹病菌 (*Puccinia triticina* Erikss.) の夏孢子越冬の一例とその系統的調査に就て. *病虫雑* 20: 281~289.
 - 20) MAINS, E. B. and JACKSON, H. S. 1926. Physiologic specialization in the leaf rust of wheat, *Puccinia triticina* Erikss. *Phytopath.* 16: 89~120.
 - 21) 農業技術協会. 1958. 作物の育種研究体制に関する研究 (麦類育種のための麦作地域区分・育種地帯区分と育種地帯別育種目標) (騰写印刷).
 - 22) STAKMAN, E. C. and LEVINE, M. N. 1922. The determination of biologic forms of *Puccinia graminis* on *Triticum* spp. *Minn. Agr. Expt. Sta., Tech. Bull.* 8. 10pp.
 - 23) 東北農試盛岡試験地麦銹病研究室. 1959. 昭和33年度研究年次報告 (騰写印刷).
 - 24) WATERHOUSE, W. L. 1929/30. Australian rust studies. I. *Proc. Linn. Soc. N.S. Wales* 54: 615~680.

Summary

Studies on physiologic specialization of leaf rust of wheat (*Puccinia recondita* Rob. ex Desm. f. sp. *tritici* Erikss. = *P. triticina* Erikss.) were carried out on circa 2,300 uredosorial samples collected from various parts of Japan during 1952 to 1958.

These isolates revealed the presence of 11 race groups, namely 1, 21, 6, 37, 9, 5, 45, 17, 2, 73 and 109 in the order of prevalence in Japan. The race groups were identified by use of the description given by Chester (1946), based on the reactions on five standard differential varieties. Race group 1 distributed all over the country except Hokkaidō, especially prevailing in the southern part of Japan. Race group 21, 6 and 5 were found in the northern part of Japan, central highlands and San-in district. Among them, race group 21 prevailed in Hokkaidō, and race group 6 was prevalent in the northern part of Tōhoku district. Although race groups 37 and 9 scattered throughout the country, 37 was frequently isolated from collections in the southern part of Tōhoku district, and 9 from both Hokuriku district and central highlands. Other race groups seemed not to be important from the present status of prevalence. As a rule, virulent races, as represented by race groups 21, 6 and 5, prevailed in the northern part of Japan, and avirulent races, as represented by race group 1, were prevalent in the southern part of Japan. This has been a constant tendency during the past twenty-one years.

The seedling reactions of many wheat varieties including major cultivated varieties in Japan,

were examined to many isolates of each race group. In consequence of the test, wheat varieties were divided into seven groups by their reactions, and in regard to pathogen, three biotypes of race group 1, and two biotypes of race groups 5, 6, 9, 17, 21 and 37 respectively, have been found (Table 3). The probable pathogenic relationships of race groups and biotypes are shown in fig. 1. The race situated at the right of arrow line, possesses more virulent pathogenicity than the race at the left. While, the races which are not connected with arrow, are not comparable, because of the inversion of pathogenicity on certain varieties. Considering a practical relation of the strength of pathogenicity based on the number of wheat varieties resistant to races used, 1A and 1B are appraised at weaker 1C, 2 and 45 rather weak, 9, 17 and 37 rather strong, and 5, 6 and 21 strong 1A is the most avirulent biotype, and the wheat varieties susceptible to it are also susceptible to all races. 21B is the most virulent one, no variety has yet been found to be resistant to it, excepting a few wild wheats and their hybrids, which show resistance to all races. The varieties belonging to the first group were most numerous, which were susceptible to all races, and the varieties belonging to the second group followed, which were resistant to races 1A and 1B exclusively. Six varieties of wheat, Nōrin No.55, Nōrin No.31, Aoba-komugi, Nōrin No.62, Akasabi-shirazu No.1 and Eclipse were selected as the representative of the second to seventh groups, respectively, for the differentials of biotypes.

Seasonal variations of the reactions to each leaf rust race were examined of Johnston's eight standard differential varieties and of six additional varieties described above. The reactions of Carina, Brevit and Hussar were very unstable, coinciding with the observations of previous workers. Japanese wheat varieties reacted similarly to the races distinguished by the reactions of these three varieties. Therefore Chester's proposal to discard these varieties as differentials should be accepted also in our circumstances. The remaining five standard and six additional varieties were fairly stable in their reactions except the extraordinary conditions, and they scarcely reacted as X-type, and less impurity of their seeds was found which seems to have been induced by outcrossing. From the practical standpoint, the use of additional differential varieties for biotypes, is considered to be necessary in Japan, because some of the important cultivated varieties vary in their reactions with the biotypes.

As the factors governing the distribution of physiologic races, such as resistance of cultivated varieties, cultural practices, climatic conditions involving the directions of winds and competitions between races, were discussed. Among these items, the resistance of the major varieties cultivated in each district is thought to exert predominating effect.

In the northern part of Japan, San-in district and central highlands, the object of the breeding of resistant varieties should be aimed to 21B in the present status, and we have always to watch out the outbreak of more virulent races than 21B. In the other districts it is necessary to breed resistant varieties to 1B at present, and to proceed the breeding program against the more virulent races in the future.



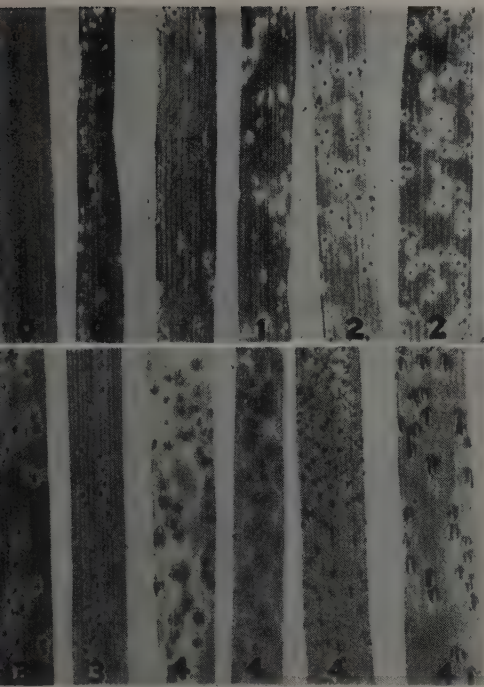
写真第1. 接種法(1). なすりつけ法
Photo.1. Methods of inoculation (1)
Rubbing-method



写真第2・3. 接種法(2). ブラッシュ法
Photo.2 & 3. Methods of inoculation (2)
Brushing-method

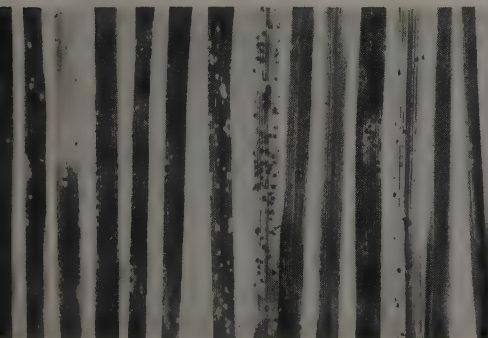


写真第4. 接種された小麦子苗の発病状態
Photo.4. Infection of wheat seedlings inoculated



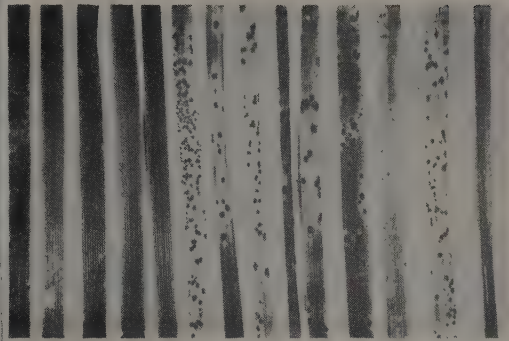
写真第5. 小麦赤錆病菌の小麦子苗における感染型
(Mains & Jackson 1926)

Photo. 5. Infection types of *Puccinia recondita tritici* on wheat seedlings



写真第8. 生態型45に対する14判別品種の反応
前図と同順.

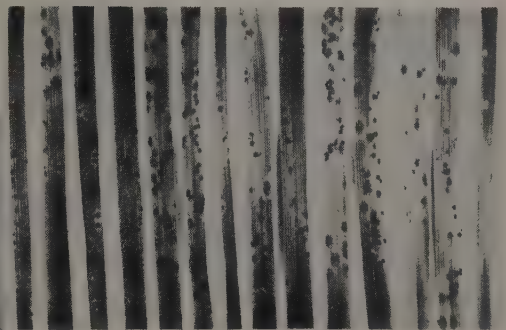
Photo. 8. Reactions of 14 differential varieties to race group 45
In the same order as photo. 6.



写真第6. 生態型5Aに対する8標準判別品種の反応
左からMal・Car・Bre・Web・Lor・Med・Hus・
Dem・農林55号・同31号・あおぼこむぎ・農林62号
・赤錆不知1号およびエクリップス.

Photo. 6. Reactions of 8 standard and 6 additional differential varieties to bio-type 5A.

From left to right, Malakoff, Carina, Brevit, Webster, Loros, Mediterranean, Hussar, Democrat, Nérin No.55, Nörin No. 31, Aoba-komugi, Nörin No.62, Akasabi-shirazu No.1 and Eclipse.



写真第7. 生態型21Aに対する14判別品種の反応
前図と同順

Photo. 7. Reactions of 14 differential varieties to bio-type 21A

In the same order as photo. 6.

稲熱病の感染抵抗に関する研究

第2報. 葉いもち病斑数の多少並びに
偏在性とその品種間差異

進藤敬助・小林尚志・鑑谷大節

Studies on the resistance of rice plant for the
infection of blast fungus

2. On the varietal differences in the number
of lesions and their maldistribution

Keisuke SHINDO, Takashi KOBAYASHI and Hirosada ABUMIYA

1. 緒言

高度のいもち病抵抗性を日本品種に附与しようとする仕事では、交配雑種または親品種の抵抗性の検定選抜が正しく行われなければならない。一般に抵抗性として筆者らが取扱っている現象中には各種の異質のものが含まれており、おのおのその機作を異にしている。鑑谷¹⁾は抵抗性品種育成に関する研究報告中、少なくとも菌が寄主に侵入してから寄主体内で伸展するかしないかという場で働く抵抗性と、その前に働く抵抗性すなわち侵入するかしないかという場で働くものとは区別して取扱わねばならないとのべた。前者の抵抗性は進展抵抗性と名付けられ、現象的には病斑型の差異として把握できたが、後者は病斑数の多少という形で現われる。この病斑数の多少に関与する抵抗性は感染抵抗と名付けられ、この報告で対象として取上げられたものである。著者らは広く内外稲品種のいもち病を取扱った際に、品種には病斑数の多いものと少ないものとがあり、この性質は進展抵抗の強弱とは無関係に現われることを知り、この品種間差異の生ずる原因・機作について検討を始めた。この報告はその一端で、主として稲葉上での病斑の分布と、環境による分布の変異とについて行った実験結果及びその考察をまとめたものである。

この研究の遂行に当っては、当場前場長佐藤健吉博士並びに栽培第一部長徳永芳雄博士から絶えず御激励と御指導を賜った。また実験の施行に当っては当部病害第1研究室員池田正幸技官は実験操作並びに調査に絶えず協力してくれた。ここに感謝の意を表する次第である。

2. 実験材料並びに方法

供試品種はすべて著者らが当場品種保存圃で継代採種したものである。実験は大部分大型コンクリート鉢(60×60×30cm)を用い、各品種を50粒ずつ鉢当り10品種を任意順に播種した。播種は大体4月20日前後、接種は5月30日前後、調査は6月10日前後で、年により多少前後したが、いずれも2〜3日である。施肥量は標準としては鉢当り硫酸40g・過石30g及び塩加10gを与えた。播種時には畑苗代にして播種後うすく覆土し、保温のため鉢をビニール幕で被った。発芽後苗だけが3cm前後に達してから以後は灌水して育苗した。従って一種の保温折衷苗代であるが、これは苗腐敗病の発生を避けるためと、一部外国品種は低温下の水苗代では初期生育がおくれるので、これを防ぐためである。接種方法その他は既報²⁾を参照されたい。

病斑の調査は病斑形成初期に葉位別に葉を切り取り、腊葉にし、後日数えた。これは病斑が進展してからでは互いに接触合体して数える際に誤りをおかしやすいことと、二次感染の危険を避けるためである。幸い当地では5月末期では未だ低温のため、自然発病はないので、生じた病斑はすべて接種によったものと認められる。

3. 試験成績

1. 品種の病斑数について

(1) 病斑数についての品種間差異の存在と区分け
病斑数は従来の体験によれば、環境によっても変化するし、また品種間にも差があるようにみられる。そこで

環境をできるだけ一定にした場合に品種間の差異はどのような形で現われ、なぜそのように現われるのかを確かめようとした。この種の試験では、供試品種の当否が重要な分れ道になるので、昭和27年以降供試して、その習性のわかっている品種の中から、進展抵抗のそれぞれ異なり、そのおのおのに病斑数でも特徴のある10品種をえらんだ。これらを昭和33年および34年にそれぞれ4連制および3連制をもって育苗・接種し、その病斑数を検討した。その成績は第1表のとおりである。

第1表. 1葉当り病斑数の品種間差異

品 種 名	昭 33 年	昭 34 年
早 稲	6.99	6.59
増 産 1 号	5.46	3.94
長 香 稻	6.36	2.28
ハ ツ ニ シ キ	2.02	2.10
サ サ シ グ レ	1.57	1.72
中 烏 殻	1.07	1.65
ト ワ ダ	0.67	0.90
藤 坂 5 号	0.61	0.68
大 毛 香	0.46	0.57
黄 陂	0.64	0.20

注：逆算第2葉 4〜3連平均。

第1表によると33年と34年ではできるだけ同一条件で試験を行ったので、平均病斑数は大体似たものになった。ただ33年の各品種の病斑数は有意差検定の結果では、早稲・増産1号及び長香稻の3品種は他の7品種と区別された。それが34年では早稲・増産1号の多病斑群と、長香稻・ハツニシキ・ササシグレ及び中烏殻の中病斑群のほか、それ以下の少病斑群の3群に区別できた。両年の差は長香稻が前年より一段階おちただけで、他の傾向はほとんど同じであった。なお34年では早稲は増産1号以下とも差が有意なので、くわしくは極多病斑群と区別してもよいが、複雑になるので増産1号と合せて多病斑群とした。34年がこのように細かく分れたのに対し、33年は2群にしか分れなかったが、品種の順位は変わらないので、分れたのは年により、多と中少が分れたり、多中と少が分れたり、いろいろと条件により分れるのであろう。両年間の各品種平均病斑数の相関係数を算出すると $r=0.8654$ となり著しく高い相関のあることがわかる。

すなわち品種間で病斑数の多いものは年次が異っても多く、少ないものは少ないという品種固有の関係は確かに存在する。調査年次が少ないので、長期にわたる年次間でもこの性質が保持されるかどうかはいきれないが、

年次を重ねて更に裏付けたい。

(2) 病斑数による品種の区分と施肥量の影響

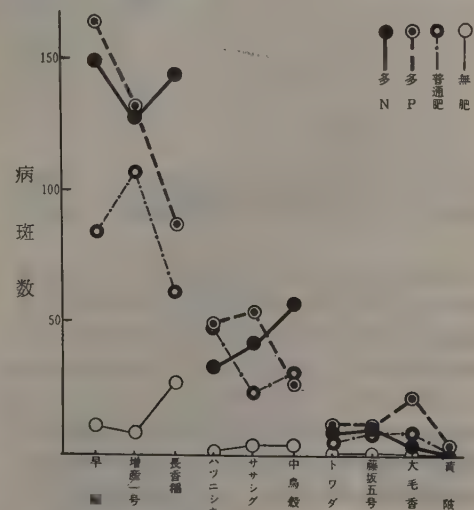
前項で述べたように、33・34両年の試験結果から標準育苗法による苗の病斑数によって、供試10品種を2〜3の群に分け得ること、また病斑数による品種の順位はほとんど変動しないことがわかった。そこでこの関係が、環境条件特に施肥量の多少によっても保持されるかどうかの試験をした。従来、肥料を増施すれば病斑数が殖えるという成績は常識であり、殊に窒素の増施については多数の報告がある。また燐酸についても過剰に施せば抵抗力の弱まる現象も徳永ら³⁾により報ぜられている。この項では主として窒素並びに燐酸を多施した場合の病斑数の増加が品種間の前項の順位・区分を動かすものかどうかを知ろうとした。

実験方法。大型コンクリート鉢を使用し、施肥量だけを変え、各品種4連制で育苗し、接種した。育苗方法・調査方法は前述のとおりである。

区 名	鉢 当 り 施 肥 量			
	硫	安	過	石 塩 加
無 普 多 多	0g	0g	0g	0g
	40	30	10	10
	120	30	10	10
	40	300	10	10

成績。調査成績は第2表のとおりである。

第2表によると、100葉当り病斑数あるいは100cm当り病斑数でも大体の傾向は一致しているが、葉長が施肥量



第1図. 逆算第3葉の施肥別葉長100cm当り病斑数比較(4連平均)

第2表. 病斑数の施肥量による変動

品 種 名	逆算 葉位	100 葉 当 り 病 斑 数				葉 長 100 cm 当 り 病 斑 数			
		無 肥	普 通 肥	多 窒 素	多 磷 酸	無 肥	普 通 肥	多 窒 素	多 磷 酸
早 稲	2	78.4	677.2	1233.0	1568.7	6.1	41.5	75.1	89.9
	3	103.5	1077.7	1929.4	2227.5	10.7	83.5	149.0	164.3
	4	54.6	465.0	842.9	446.1	6.7	45.9	77.3	45.0
増 産 1 号	2	33.6	393.6	872.5	981.2	2.9	25.1	60.5	62.8
	3	68.4	1295.6	1525.0	1524.6	7.8	106.9	127.3	131.9
	4	26.5	953.6	932.5	532.7	3.9	95.0	97.0	55.1
長 香 稻	2	34.7	231.0	276.4	501.1	3.3	16.0	18.8	31.3
	3	239.3	668.3	1654.1	1044.6	26.7	60.3	143.2	85.2
	4	180.7	664.0	1173.5	274.0	29.0	73.5	126.3	29.7
ハツニシキ	2	5.4	208.6	219.9	445.9	0.5	13.4	13.9	28.2
	3	14.5	595.0	401.4	604.3	1.6	48.3	31.9	49.9
	4	6.2	221.2	322.4	157.5	0.9	20.6	30.3	15.5
ササングレ	2	18.5	171.0	256.3	355.4	2.0	15.4	21.7	31.3
	3	25.1	226.2	443.6	464.4	3.2	22.6	41.0	52.9
	4	30.7	173.5	192.4	148.7	4.6	22.5	23.1	17.8
中 烏 殻	2	22.6	190.9	327.5	195.3	2.7	15.3	27.1	16.8
	3	23.8	273.6	532.5	231.2	3.6	30.0	56.6	26.4
	4	36.4	356.9	534.5	124.3	5.5	43.7	63.6	16.0
ト ワ ダ	2	6.8	90.5	117.0	119.8	0.6	6.2	7.8	7.8
	3	2.0	54.8	87.5	119.4	0.2	4.9	7.6	10.9
	4	1.1	34.0	105.0	27.8	0.2	4.0	12.8	3.3
藤 坂 5 号	2	7.4	80.3	65.0	154.5	0.6	4.9	3.8	9.5
	3	11.8	89.0	140.0	137.7	1.3	7.3	10.6	11.4
	4	8.8	38.3	70.0	33.9	1.4	4.1	7.1	3.5
大 毛 香	2	3.9	59.7	70.5	96.3	0.3	4.1	4.8	6.2
	3	7.2	83.9	33.3	238.9	0.8	8.3	3.5	21.6
	4	20.3	113.3	30.9	164.5	2.5	11.2	3.1	15.8
黄 陂	2	14.9	26.6	31.1	23.2	1.5	2.0	2.6	1.8
	3	15.2	26.4	12.0	29.2	1.8	2.9	1.4	3.1
	4	10.3	30.9	21.4	10.0	1.4	3.6	2.4	1.1

注：4連平均。

の多少により多少異なるし、また品種間によっても差があるので、ここでは100 cm当りの病斑数について吟味する。

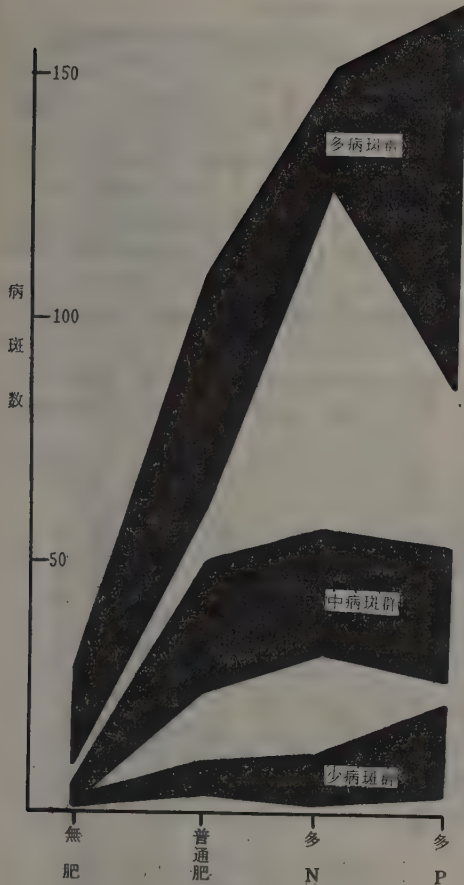
各品種とも葉位別にみると大体逆算第3葉が最も病斑数が多い。但し長香稻・中烏殻及び大毛香の無肥料と普通肥とでは逆算4葉が最高となっているが、第3葉との差は著しくはない。考察を簡単にするため逆算第3葉についてだけ図示すると第1図を得る。

第1図をみると、長香稻は普通肥および多磷酸では中病斑群の品種とみることもできるが、無肥・多窒素では多病斑群品種に属するので、一応多病斑群とする。すなわち第1図から早稲・増産1号及び長香稻の多病斑群、ハツニシキ・ササングレ及び中烏殻の中病斑群、トワダ

以下の少病斑群の区分は大体どの施肥量下でも判定できる。いま第1図から品種群別の病斑数の範囲を施肥別に図示すると第2図を得る。

第2図によれば、前記品種群の病斑数の巾の施肥量による変動状況は一層明らかである。すなわち、無肥料下では多病斑群と中少病斑群は区別できるが、多数品種を判定する時は困難となろう。普通肥以上では、どの施肥下でも大体判別できそうである。各病斑群とも施肥量によってある程度の変動の巾をもっているが、窒素の施肥量による変動は割合に安定している。すなわち全体として多磷酸は各群で最も変動巾が大きいので、判別するには多窒素が最も適当かと推定される。

供試品種の範囲では、施肥条件を変化させても病斑数



第2図. 品種群別病斑数範囲の施肥量による動き (逆算第3葉)

による群別には変化がなかった。

2. 病斑の葉身上の分布状況の品種間差異

病斑数の多少が品種間に存在する原因を吟味する手段として、まず病斑数という形で比較される病斑の分布状況につき調査した。病斑は葉身上で均等に分布形成されるものではなく、この点に関してはすでに宮崎⁴⁾は葉身を3等分して病斑数を数え、先端部が最も多い現象を認めており、安部⁵⁾もまた葉身を3等分して観察すると、中央部に病斑が多く、上位葉は先端部に多く、下位葉では基部が先端部にまさると報告している。米国でも最近 KAHN⁶⁾ および LIBBY⁶⁾ は葉身を3等分して接種し、基部が病斑数が多く出るので、葉身では先端が抵抗性であると報じている。鯉谷・小林⁷⁾ はこの病斑が葉身のいずれ

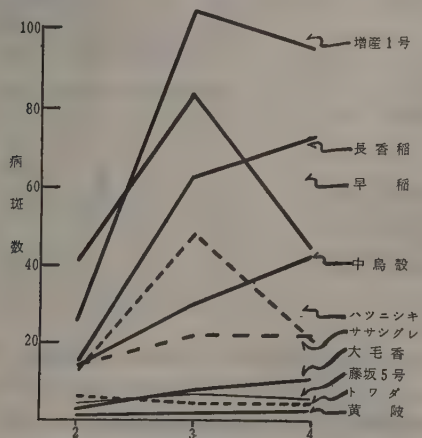
かに偏在して現われる現象を病斑の偏在性と名づけ、葉位および葉身上的水滴の分布状況との関係を報じた。以上の各報告はそれぞれ多少の相異は認められるが、要するに病斑は葉身上均等に分布するものではない点を述べていることは一致している。

著者らは病斑の葉身上の分布が、品種間に差異はないが、また偏在性を由来する葉身上的水滴分布から、葉身の角度並びに彎曲度との関係、更に施肥条件を変えた場合の葉身彎曲度と偏在性並びに病斑数の多少等との関係を検討した。

実験1. 昭和34年度成績

大型コンクリート鉢・普通肥料下で、下記10品種を3連制で育苗接種し、葉位別にしかも各葉身を10等分した分画別に病斑数を調査した。各品種各区各葉位40葉につき、その3連の平均病斑数を算出し、これを100葉当りに換算した数字を示すと第3表のとおりである。なお各葉位別の葉長平均から各葉位別葉長100cm当り病斑数も附記した。

第3表から葉位別に葉長100cm当り病斑数を図示すると第3図を得る。



頂葉から数えた逆算葉位

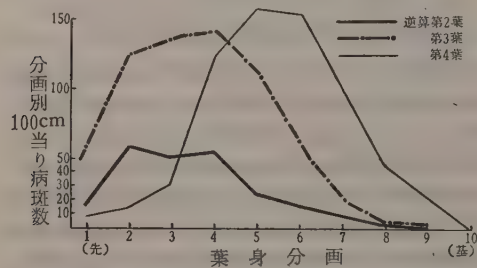
第3図. 葉位別葉長100cm当り病斑数

第3図によると頂葉から下へ2葉・3葉と下ると病斑数は各品種とも増加しているが、第4葉では第3葉より減少した品種と、増加した品種がある。すなわち下葉になるに従い病斑数の増加した品種は長香稻・中鳥穀・大毛香及び黄陂で、いずれもC型外国品種であり、日本品種はすべて第4葉は第3葉より減少した。この現象は病斑数の多少に関係がなく、多い品種は多いなりに、少ない品種は少ないなりに同傾向を示している。外国系品種のこの傾

第3表. 品種別・葉位別・葉身分画別100葉当り病斑数

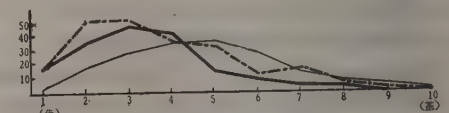
品 種 名	葉位	葉 身 分 画										計	葉長 100 cm 当り 病斑数
		(先)1	2	3	4	5	6	7	8	9	10(基)		
早 稻	2	59.1	131.8	161.8	127.3	87.3	54.5	33.6	12.7	9.1	0.0	677.2	41.5
	3	35.7	140.8	186.7	243.9	191.8	120.4	83.7	56.1	18.4	2.0	1077.7	83.5
	4	11.7	24.5	45.7	84.0	69.2	81.9	62.8	56.4	24.5	4.3	465.0	45.9
増産1号	2	53.0	113.0	97.4	79.1	32.1	18.3	7.0	0.0	0.0	0.0	393.6	25.1
	3	64.4	215.7	251.3	253.9	199.1	142.6	81.7	61.7	20.0	5.2	1295.6	106.9
	4	18.2	96.4	153.6	180.9	170.9	170.9	79.1	56.4	24.5	2.7	953.6	95.0
長 香 稻	2	15.0	58.0	50.0	54.0	25.0	16.0	9.0	2.0	2.0	0.0	231.0	16.0
	3	55.1	125.5	136.7	141.8	115.3	62.2	23.5	4.1	4.1	0.0	668.3	60.3
	4	8.8	12.5	30.0	123.8	157.5	153.8	102.5	47.5	23.8	3.8	664.0	73.5
ハツニシキ	2	29.8	57.9	54.6	18.2	14.9	14.1	9.1	5.0	5.0	0.0	208.6	13.4
	3	29.4	137.0	108.4	114.3	99.2	54.6	36.1	13.5	2.5	0.0	598.0	48.3
	4	1.8	18.4	26.6	35.8	42.2	47.7	29.4	13.8	5.5	0.0	221.2	20.6
ササングレ	2	17.1	35.9	47.0	41.0	14.5	8.6	4.3	2.6	0.0	0.0	171.0	15.4
	3	17.8	50.9	52.5	36.4	32.2	12.7	16.1	4.2	3.4	0.0	226.2	22.6
	4	1.8	17.5	28.9	35.1	36.8	27.2	14.0	6.1	5.2	0.9	173.5	22.5
中 烏 殻	2	26.3	46.5	23.2	26.3	19.2	17.2	11.1	11.1	6.7	3.3	190.9	15.3
	3	5.5	21.8	34.5	52.7	38.2	42.7	30.9	27.3	17.3	2.7	273.6	30.0
	4	5.8	32.7	51.0	89.4	52.9	52.9	41.4	20.2	8.7	1.9	356.9	43.7
トワダ	2	8.8	11.4	15.8	21.1	14.0	13.2	4.4	0.9	0.9	0.0	90.5	6.2
	3	2.6	11.3	11.3	12.2	6.1	2.6	4.4	0.9	1.7	1.7	54.8	4.9
	4	0.0	4.0	2.0	5.0	4.0	5.0	10.0	3.0	1.0	0.0	34.0	4.0
藤坂5号	2	7.1	16.3	17.3	16.3	7.1	12.2	2.0	2.0	0.0	0.0	80.3	4.9
	3	3.1	13.3	18.4	17.3	13.3	12.2	8.2	1.0	2.2	0.0	89.0	7.3
	4	0.0	2.7	5.5	5.5	5.5	8.2	7.3	3.6	0.0	0.0	38.3	4.1
大 毛 香	2	0.0	9.2	13.8	11.9	4.6	4.6	10.1	0.0	3.7	1.8	59.7	4.1
	3	3.7	7.3	11.9	10.1	14.7	9.4	10.1	9.4	5.5	1.8	83.9	8.3
	4	3.1	15.3	21.4	23.5	23.5	14.3	7.1	5.1	0.0	0.0	113.3	11.2
黄 陂	2	0.0	2.2	7.8	8.9	3.3	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	26.6	2.0
	3	2.0	0.0	5.1	7.1	3.1	3.1	2.0	2.0	0.0	2.0	26.4	2.9
	4	1.1	3.3	3.3	5.6	4.4	4.4	1.1	3.3	4.4	0.0	30.9	3.6

向は恐らく葉身の彎曲度または角度が日本型品種に比べ著しく大きい点に起因するものと推定されるが、更にその代表的品種の第2葉の病斑数の偏在性について図示した第4～7図をみると次のようである。

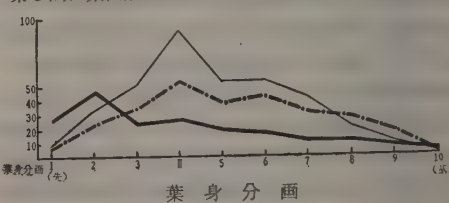


第4図. 葉位別病斑数の偏在性の傾向(長香稻)

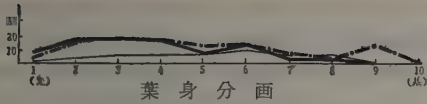
第3表並びに第3図によると、逆算第2葉の病斑数は



第5図. 葉位別病斑数の偏在性の傾向(ササングレ)



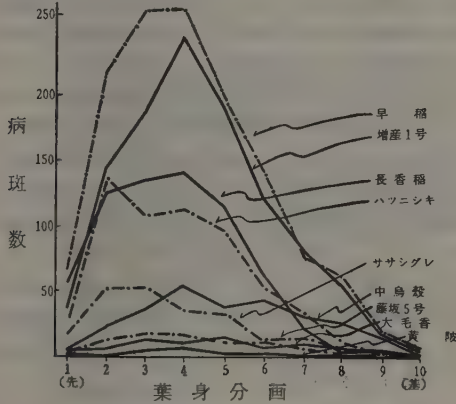
第6図. 葉位別病斑数の偏在性の傾向(中烏殻)



第7図. 葉位別病斑数の偏在性の傾向 (藤坂5号)

分画の2に最も多く、逆算第3葉では分画の4、逆算第4葉では分画の5に多い。すなわち葉位が下るにつれて先端から中央に病斑最多分画が移っている。この傾向は第4～7図でもみられ、供試品種はすべてこの現象下にある。ただ病斑数の多い品種はこの関係が明瞭に認められるのに対し、病斑数の少ない品種では不明瞭になっている。

なお各品種の同一葉位につき、病斑数の多少と偏在性との関係を見ると第8図を得る。



第8図. 第3葉の病斑数分布の比較 (分画別100葉当り病斑数)

第8図によると、同一葉位の病斑数では、病斑数の多い品種はどの分画でも多いが、病斑数の多い品種は偏在性が明らかな現象からみて、偏在部の病斑数の差が品種間病斑数の大部を占めている結果になる。

病斑数の多い品種は、病斑偏在の頂点が大体葉片中央附近に現われ、少ない品種は葉先部分に現われる傾向がややあるようだが、これはそうみるよりも葉の形状の差異が原因しているのであって、病斑数の本質の多少と偏在性とは関係がないように考えられる。

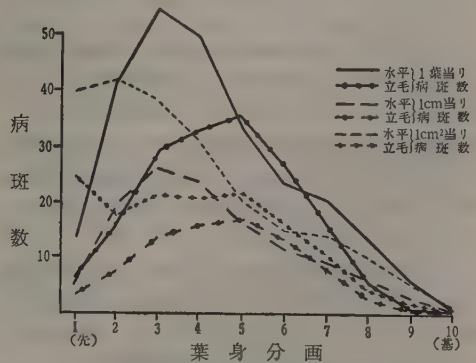
3. 葉片を水平にして接種した場合の病斑分布

稲苗を自然立毛状態で接種した場合、前記のように病斑は偏在性を示し、この原因の大部分は葉片の角度及び彎曲度によって来る葉上水滴の偏在性にあると推定される。そこでこの原因とみとめられる葉片角度並びに彎曲度の影響をなくした場合の本来の姿を確めようと一定葉

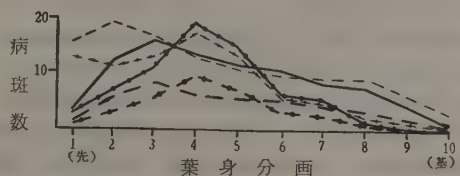
位の葉片を水平に保持し接種した。この方法は安部⁵⁾も行っているが、同氏は鉢ごとに水平にただけで、写真でみる限り完全に特定葉片が水平になっているとは思えない。著者らは、葉片を棚に水平にのせ、前後を昆虫針でおさえた。これでも少し水滴が大きくなると落ちて完全に水滴を均等に分布させるのは困難であった。接種後はビニール幕で鉢ごとに被覆して保温・保湿したが、翌朝までに水滴分布が異なったものもあり、これらは調査から除外した。実験は3回行ったが、うち2回は朝まで水滴位置が移動し完全な結果を得たのは1回だけであった。品種はハツニシキおよび長香稲の2品種を用い、同一葉位のもの1品種10葉を水平に保持・接種したが、水滴保持が不満足のものを除いたので、平均8葉を調査したことになる。これを2連で行い、同様に育苗した自然立毛状態のものにも同時に接種して対照とした。調査は腊葉としたもので行い葉身を10等分した分画別に病斑数を数え、葉長・葉面積をはかってそれぞれ100cm²当りおよび1cm²当りに換算した。(接種6月18日、腊葉6月22日)。

調査成績. 各区の1葉当り分画別病斑数・分画別1cm²当り病斑数・分画1cm²当り病斑数を出し、2連の平均を図示すると第9・10図となる。

第9・10図は品種のちがいで、大体傾向は一致しているが、病斑数の多い長香稲がよくわかる。すなわち立毛



第9図. 葉身分画別病斑数 (水平接種と自然立毛接種) 供試品種: 長香稲



第10図. 同上 供試品種: ハツニシキ

状態で1葉当り病斑数は分画5を頂点とした曲線を示し、また1cm当りにしても同一傾向の曲線であるのに、1cm²当りのものでは分画1〜5までは同一水準で葉身先半分の病斑数はほぼ等しくなる。すなわち1葉当りおよび1cm当り病斑数の偏在性を示すのは、葉先半分の面積が狭くなるので病斑の数は少なく示されるわけである。これが水平接種になると、1葉当りでは分画3を頂点にした明らかな偏在性を示し、1cm当りにしても同一傾向で、立毛状態の時よりも病斑は多く、かつ先端に多くなっている。これを1cm²当りにすると分画1〜2を頂点とした葉先ほど病斑の多い形を示した。

1cm²当りで水平・立毛を比較すると、水平では葉先半部分が著しく病斑数が多い。これが立毛では減るというのは、減った数だけ葉の彎曲など形態によって回避されたものである。葉基部でも立毛状態では葉が立っているため水平状態よりも少し減っているが、減りかたは少ない。すなわち立毛状態では葉先および葉基两部分がその形状からして実生すべき病斑よりも少なく現われる。ただ中央の部分だけが水平と立毛と同じ病斑数を示した。従って、立毛状態下での病斑数を比較するならば、中央分画だけで行くと形状による偏形は解消できることになる。

4. 考察

この報告では、まず病斑数の多少という現象が一定条件下では品種の間に固有の関係をどの程度保たれるかどうかを確かめてみた。その結果2カ年の成績ではあるが、品種には病斑数の多くできる品種と少なくできる品種とがあり、確かに区別できる。年次が異なると病斑の絶対数は多少異なるが、その多少の順位はほとんど変らない。また施肥量を変えた場合でも、多い品種は常に多く、少ない品種は常に少ない。また多・中・少病斑群の間では、品種間に多少の出入りはあっても、他の群に逸脱したものはなかった。以上の範囲内では、品種のもつ固有の感染に対する強さ、あるいは品種間の差というものは予想外に保持されていた。この品種間に病斑数の差が生ずる原因を究明する一端として各品種の葉身上的病斑の分布状況を比較した。その結果、葉身上的病斑の分布は葉位により異なり、各品種とも上位葉程病斑数は葉身の先端に偏在し、下位になるにつれて中央部に偏在するようになる。この傾向は施肥量を変えて病斑数を増減しても保持されている。また多病斑群の品種でも、少病斑群の品種でも、この関係は全く同一の傾向を示し、病斑の分布割合には差がなかった。なお各品種に共通の病

斑の偏在性が葉身の角度および彎曲による葉上水滴の安定度に原因することを推察し、葉片を水平に保持して接種したが、葉身を水平にしても病斑は均等に形成されるものでないことを知った。すなわち葉上水滴を葉片上に均等に保持するようにして接種すると、葉身先端部ほど病斑数は多く、葉身基部ほど少なかった。このことは葉身上では感染抵抗性が均等ではなく、先端ほど弱く、基部ほど強いことを意味している。この結果はKAHNおよびLIBBY⁶⁾の結果と逆であり、安部⁵⁾の成績とも一部は一致しない。立毛状態下の成績は一致しているのにもかかわらず水平状態下では一致しない原因は、安部⁵⁾の試験では鉢を水平に保持しただけであり、KAHNら⁶⁾の試験は葉身を3等分して、葉身の3/8を常に覆って1/8ずつの接種をし同一葉の比較ではない。結果の一致しない一因はこれら実験方法の差異によるものであろう。ただし葉基部に病斑数が多く生ずる筈だとする氏らの結果は、葉身上的の硅化細胞の分布状況等からみると説明がつきやすく、著者らのこの結果はその説明には困難がある。しかし、いって求めれば、Guttation液(溢泌液)は主として先端部に多く形成され、実際の胞子の発芽侵入にはこれが促進的に働くと考えられなくもない。一致しない点の解決は後日再検討するとして、葉身上的感染抵抗性は均一ではなく、先端または基部のいずれかに傾斜していることは一致している。従って、品種または環境の差異を特定葉の病斑で比較する場合は、葉身全体の病斑数でなく、中央附近分画の病斑数で比較することが適したものであろうと考えられる。

5. 摘要

1. 内外稻10品種を用い幼苗時に接種した際にみられる病斑数の品種間差異を2カ年検討した結果、各品種の病斑数の多少による差異の関係は安定して保持され、変化しなかった。

2. 施肥量を変えて育苗した場合、各品種とも病斑数は変化した。多・中・少の品種の群別には変化がなく、いずれの施肥量でも同一の群別ができた。ただ無肥料では多病斑群だけ中少群と分けられ、中・少病斑群の区別は不明瞭になる。

3. 病斑の葉身上的分布状況は、病斑数の多少による品種間差異とは関係がなく同一であり、上位葉ほど葉身先端に偏在し、下位葉ほど葉身中央部に偏在する。

4. 葉身を水平に保持・接種して、葉上水滴の偏在性を消去した場合の病斑数は葉身先端部に多く、基部に少ない傾斜を示し、葉身部位により感染抵抗性は均一でな

いことを知った。

5. 以上から病斑数による品種比較または同一品種の環境比較には、特定葉位の中央分画上の病斑数を比較するのが適當であるとした。

参 考 文 献

- 1) 鑑谷大節. 1959. 稻熱病抵抗性品種育成に関する植物病理学的研究 —葉イモチの進展抵抗性とその検定法並びに内外稲品種の抵抗性の遺伝について—. 東北農試研究報告 17: 1~101.
- 2) 鑑谷大節. 1954. 葉いもち病抵抗性検定のための育苗並びに接種方法. 植物防疫 8 (2): 525~527.

- 3) 徳永芳雄. 下山次男. 1956. 葉イモチ病と磷酸との関係. 日植病会報 21: 97.
- 4) 宮崎勝雄. 1930. 窒素肥料を偏用せる場合における稻イモチ病の発生に関する形態学的並に生理学的研究. (2) 稻の生育各期における稻イモチ病の発生に関する研究. 農及園 5: 439~445.
- 5) 安部卓爾. 1937. 稻熱病菌に対する感受性と稻の部位との関係につきて. 植病研 3: 115~136.
- 6) KAHN, R. P. and LIBBY, J. L. 1958. The effect of environmental factors and plant age on the infection of rice by the blast fungus, *Piricularia oryzae*. Phytopathology 48 (1): 25-29.
- 7) 鑑谷大節. 小林尚志. 1959. 葉イモチ病斑の葉片上の偏在性について. 日植病会報 24 (1): 4.

Résumé

1. The varietal difference in the resistance of rice plant for the infection of blast fungus was ascertained that the number of lesions on rice seedling was stable through two year's experiments.

2. The number of lesions of each variety was differed when the seedlings were cultured by the different level of fertilizers, but the order of varieties in the grouping by the grade of the number of lesions did not change.

3. The distribution of lesions on a leaf showed the same tendency in all varieties without reference to the varietal differences in the number of lesions. The mode of the distribution of lesions was indicated at the apical parts in the upper (new) leaves and then it moved towards the central parts according to the age of the leaves under the artificial inoculation.

4. When the leaves were kept horizontal to eliminate the influence of the bending of a leaf blade to the distribution of water drops on it and inoculated, the lesions were appeared more at the apical parts of the leaves and fewer at the basal parts, showing the differences in susceptibility of a leaf blade.

5. From the above mentioned, it was recommended that the counting of lesions on a leaf blade in the comparative studies of the varietal difference or of the environmental conditions should be made for the central parts of the leaf blade.

りんごの印度品種にあらわれる “chlorosis”に関する研究

第1報. 症状の発生と無機養分との関係について

巢山 太郎*・山崎 利彦・阿部 勇

Investigation relating to characteristic chlorosis occurred in Indo variety of apple

1. Some relations between chlorosis and mineral nutrition

Tarō SUYAMA, Toshihiko YAMAZAKI and Isamu ABE

1. 緒 言

この症状の存在が研究者によって問題とされたのは1950年頃からと思われるが、これについての記載が全く見られないので、更に古くからかなり発生していたものかどうかは明らかでない。筆者らが研究を開始した1952年には、その分布は青森県をはじめ北海道・長野等のりんご主要生産地の各地にみられ、現在ではほとんどのりんご栽培地帯で見出すことができる。

“chlorosis”は普通は印度品種に限ってあらわれるが、極く稀に祝や国光、あるいは黄鈴等の品種にあらわれることがある。また印度品種を交配親に用いた実生には出易いことが知られている。しかし栽培品種の被害は印度品種に限られており、詳細に観察すれば全く被害をうけていない樹はない程に広範囲に拡がっている。この症状におかされた樹は樹勢が衰弱し、症状がひどい場合は結実能力がなくなり枯死することもある。しかし被害樹の多くは同程度の被害を毎年くり返し、しばしば回復することもあるがその理由は知られていない。

この研究はこの症状を種々の発生環境から考えて生理的障害とみなし、その立場から発生原因を究明して治療の対策をたてるために行ったものである。

この研究は当園芸部森部長の指導によって行われた。研究の実施に当っては栄養生理研究室の横溝久技官と竹内せつ嬢に御協力していただいた。更に弘前市の斎藤昌美氏には調査樹を提供していただき、種々の御援助を賜

った。これらの諸氏に深く感謝する。

2. 病 徴

第1図でみられるように黄化は葉縁に生じ、黄化の部分は葉の中軸方向に葉脈に沿って鋭く鋸歯状に入っている。緑色の部分と黄化部の境界は極めて明瞭である。症状が烈しくなるにつれ緑色部は狭まり、極めて烈しい場合は主脈の両側に三角状の緑色部を残すだけとなるが、葉の全体が黄化することはない。症状は新梢の基部葉・花叢葉にあらわれ易いが垂直枝にも発生が多い。症状がひどい樹の新梢の発生は極めてわるくなり、生育期後半に黄化部の一部が褐変し落葉がやや早くなるようである。果実の肥大は症状が烈しい場合は抑制される。

この症状の発生程度は年によってもかなり差があり、一般的な観察では春先の降雨が少なく、乾燥が甚しい場合に発生が多いとされている。また堆肥等の施用を増しても症状の治癒にはあまり効果がないと栽培者はいつている。

3. 材料と方法

圃場試験には傾斜地の火山灰土壌に生育している40～50年生の症状樹を用いた。圃場ではMg・Mn及びFeの散布処理とMgの土壌施用を実施した。Mg散布は $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 250g・450gをそれぞれ10ℓに溶解して散布した。Mnは $MnSO_4 \cdot 4-5H_2O$ ・Feは $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ を用い60gを10ℓに溶解して散布した。Mgの土壌施用は最初の年には1本当り1,800g施したが、2年目は2,700gに増加した。散布処理によって葉あるいは果実に葉害

* 現山形県園芸特産課



第1図. りんごの印度品種にあらわれる特徴的な “Chlorosis”

Fig. 1. Symptom of the chlorosis occurred only in Indo variety of apple

は生じなかったが、Mn 散布は果実の肥大を抑制し、翌年の花芽の形成を非常に妨げた。これは恐らく Mn 散布によって葉が黒色に着色したため光の量が制限されたためと考えられる。

鉢試験は素焼の尺鉢に1年生苗を土耕して行った。K 過剰区は硫酸加里 100g と過磷酸石灰 25g を5月1日に施し、Ca・Mg 過剰区はそれぞれ消石灰・硫酸マグネシウムを200g ずつ5月1日に加えた。これらのK・Ca及びMg 過剰区に硫酸アンモニア50g を8月16日に施した。N 施用処理は全区に硫酸加里25g と過磷酸石灰25g を5月7日に施し、Nは硫酸アンモニア50g をそれぞれ5月18日・6月13日・7月11日及び8月16日に加えた。

砂耕は2万分の1反のワグナーボットに川砂をいれて1年生苗を植え3処理を設けた。完全区は N100・K100・P5・Ca 100 及び Mg 30 ppm とし、前期N制限区は7・8月の2ヵ月間Nの供給を $\frac{1}{2}$ とした。

症状の程度を判定するため第1表に示した基準を設けて実施した。

無機養分の分析法は、Nは“semi-micro Kjeldahl”法

第1表. “Chlorosis” の程度と表示の方法

Table 1. Classification of degree of the chlorosis occurred only in Indo variety of apple

症状の分類 Index of symptom	被 害 程 度 Degree of symptom
○	全く認められない Non symptom
+	1部の枝にごくわずかにみられる Slight on a few branches
++	ほとんど全部の枝に軽い症状がみられる Slight on most branches
+++	軽いが1部の枝にひどい症状がみられる Severe on a few branches
++++	ほとんど全部の枝にひどい症状がみられる Severe on most branches

により、Pは“molybdivanad phosphoric acid”による比色法、Kは“flame photometer”、CaおよびMgは“chelate”¹⁾試薬による滴定法によった。

4. 結 果

1. 症状葉の葉内無機成分含量

試験開始前の1952年7月15日に採葉した症状および健全葉の葉内無機成分含量を第2表に示した。この分析結果によれば、症状を示した葉の無機成分含量は一般に低い、NとMgは特に低く、Mg含量は健全葉の約1/2に過ぎなかった。これから約1ヵ月後の8月15日（処理開始直前）の葉分析結果によれば（第3表）、症状葉の灰分は平均して健全のそのの56%で、一般に無機含量の低いことを示した。主要無機要素はCa・Mg・N・K及びPの順に低く、最も差の大きかったCaでは健全の54.9%

しか含まれていなかった。

第2表. “Chlorosis” 葉と健全葉の葉内成分の比較（1952年7月15日）

Table 2. Comparison of mineral content of normal and chlorotic leaves (July 15, 1952)

採 葉 の 種 類 Leaf sample	葉 内 含 量 (対乾物重%) Mineral content in leaves (Per cent of dry matter)				
	N	P	K	Ca	Mg
症 状 葉 Chlorotic leaves	1.94	0.30	1.51	2.10	0.36
健 全 葉 Normal leaves	3.36	0.41	1.48	2.94	0.69

第3表. 処理前の症状葉と健全葉の葉内成分の比較（1952年8月15日）

Table 3. Comparison of mineral content in leaves collected in August, 1952 (before treated)

供 試 樹 Tree No.	採葉の種類 Leaf sample	被害程度 Degree of chlorosis	葉 内 無 機 成 分 含 量 (対乾物重%) Mineral content in leaves (Per cent of dry matter)					
			灰 分 Ash	N	P	K	Ca	Mg
1	健 全 葉 Normal 症 状 葉 Chlorotic	+++	6.075	2.93	0.168	1.15	1.54	0.409
			4.250	1.96	0.139	1.22	0.88	0.246
2	健 全 葉 Normal 症 状 葉 Chlorotic	+++	6.250	3.33	0.158	1.20	1.54	0.471
			2.540	2.13	0.136	1.15	0.86	0.321
3	健 全 葉 Normal 症 状 葉 Chlorotic	+++	6.830	3.10	0.173	1.43	1.35	0.499
			4.310	2.00	0.139	1.03	0.86	0.276
4	健 全 葉 Normal 症 状 葉 Chlorotic	+++	7.090	2.98	0.169	1.19	1.49	0.461
			3.610	1.96	0.137	0.93	0.76	0.254
5	健 全 葉 Normal 症 状 葉 Chlorotic	+	6.555	2.71	0.134	1.41	1.72	0.377
平 均 Mean	健 全 葉 Normal 症 状 葉 Chlorotic		6.56	3.00	0.160	1.28	1.53	0.443
			3.68	2.02	0.138	1.08	0.84	0.274

2. “chlorosis”に対するMg・Fe及びMnの効果

病葉の分析によってMg含量がかなり低かったことと、Mn・Fe等の微量元素も関係しているのではないかと思われたので、これら要素の散布処理とMgの土壌施用を1952年8月15日に実施した。処理2ヵ月後の調査ではこれらの処理の効果が認められなかった。第4表は処

理後2ヵ月目の葉中の灰分と主要無機要素の分析結果を示したものである。Mgの散布によって葉中のMg含量は他の区よりも高くなったが、“chlorosis”の発生程度とは関係が認められなかった。なお標準として用いた樹の健全葉は他の樹の症状葉よりもかなり低かった。

翌1953年には処理を早くから開始し5月27日に前年と

第4表. 葉内含量に及ぼす処理の効果 (1952年10月13日)

Table 4. The effect of treatments on mineral content in leaves collected in October, 1952

供 試 樹 Tree No.	処 理 Treatments	採葉の種類 Leaf sample	葉 内 無 機 成 分 含 量 (対乾物重%) Mineral content in leaves (Per cent of dry matter)					
			灰 分 Ash	N	P	K	Ca	Mg
1	Mg 土 壤 施 用 Mg soil application (1,800g per tree)	健 全 葉 Normal	7.15	2.81	0.128	1.03	1.60	0.353
		症 状 葉 Chlorotic	5.39	2.28	0.129	0.93	0.96	0.240
2	Mn 散 布 Mn spray (manganese sulfate, 6 grams per liter)	健 全 葉 Normal	6.80	2.81	0.097	1.21	1.45	0.365
		症 状 葉 Chlorotic	5.30	2.77	0.128	1.21	1.13	0.279
	Fe 散 布 Fe spray (ferrous sulfate, 6 grams per liter)	健 全 葉 Normal	6.34	2.94	0.150	1.26	1.68	0.420
		症 状 葉 Chlorotic	4.84	2.60	0.125	1.01	0.91	0.308
	Mg 散 布 1 Mg spray 1 (magnesium sulfate, 22.5 grams per liter)	健 全 葉 Normal	7.33	2.78	0.139	1.40	1.05	0.456
		症 状 葉 Chlorotic	7.33	2.20	0.134	1.12	1.06	0.297
	Mg 散 布 2 Mg spray 2 (magnesium sulfate, 45 grams per liter)	健 全 葉 Normal	6.60	2.38	0.136	1.12	1.50	0.397
		症 状 葉 Chlorotic	6.80	2.61	0.134	1.36	1.58	0.432
3	Mn 散 布 Mn spray (manganese sulfate, 6 grams per liter)	健 全 葉 Normal	6.90	2.33	0.118	1.04	1.38	0.412
		症 状 葉 Chlorotic	5.20	2.16	0.130	1.42	0.94	0.214
	Fe 散 布 Fe spray (ferrous sulfate, 6 grams per liter)	健 全 葉 Normal	7.30	3.32	0.155	1.58	1.53	0.358
		症 状 葉 Chlorotic	5.20	2.55	0.166	1.29	1.05	0.275
	Mg 散 布 1 Mg spray 1 (magnesium sulfate, 22.5 grams per liter)	健 全 葉 Normal	4.50	2.01	0.090	0.79	1.25	0.350
		症 状 葉 Chlorotic	5.60	2.36	0.115	1.16	1.00	0.340
	Mg 散 布 2 Mg spray 2 (magnesium sulfate, 45 grams per liter)	健 全 葉 Normal	7.30	2.94	0.112	1.44	1.47	0.448
		症 状 葉 Chlorotic	5.20	2.61	0.128	0.96	1.02	0.322
4	標 準 1 Check 1	健 全 葉 Normal	7.23	2.86	0.146	1.20	1.53	0.297
		症 状 葉 Chlorotic	4.66	—	0.106	1.05	0.83	0.147
5	標 準 2 Check 2	健 全 葉 Normal	7.60	2.71	0.150	1.51	1.45	0.236
		症 状 葉 Chlorotic	5.68	2.10	0.114	1.18	1.14	0.177

同様な処現を同一樹に実施した。Mg の土壌施用は昨年
の1本当り4ポンドから6ポンドに増加した。6月16日
に第2回目の散布を行ったが、この時期にはまだ "chlorosis"
は不明瞭であった。第3回目の散布は7月31日
に行ったがこの時期にはすでに "chlorosis" は明瞭であ
った。各処理の葉分析は7月と9月の2回行った。

1953年は "chlorosis" の発現は一般に少なかったが、
処理の効果は認められず、何れの処理区にもかなりの
"chlorosis" がみられた。これらの結果は第5表に示し

た。Mg の葉内含量は Mg の散布によって健全葉・症状
葉のいずれでも高くなったが "chlorosis" は治癒しな
かった。KやP含量も健全葉との差が少なく、これらの成
分の低下が "chlorosis" を起すようには考えられな
かった。また Fe・Mn等の葉分析は実施しなかったが、こ
れらの硫酸塩の散布は何等の効果もなかった。しかし Ca
の葉内含量は "chlorosis" 葉で極めて低く、"chlorosis"
がほとんど認められない標準とくらべてその含量は約1/2
であった。

第5表. 症状の程度と葉内無機成分含量に及ぼす処理の影響 (1953年9月1日)

Table 5. The effect of treatments of mineral content in normal and chlorotic leaves collected in September, 1953

供試樹 Tree No.	処 理 Treatments	症状の程度 Degree of symptom	採葉の種類 Leaf sample	葉内無機成分含量 (対乾物重%) Mineral content in leaves (Per cent of dry matter)			
				P	K	Ca	Mg
1	Mg 土壌施用 Mg soil application	+++	健全葉 Normal	0.153	1.39	1.48	0.416
			症状葉 Chlorotic	0.122	1.24	0.78	0.268
2	Mn 散布 Mn spray	+	健全葉 Normal	0.145	1.34	1.36	0.367
			症状葉 Chlorotic	0.144	1.29	1.24	0.302
	Fe 散布 Fe spray	+	健全葉 Normal	0.146	1.45	1.66	0.452
			症状葉 Chlorotic	0.139	1.25	0.97	0.278
	Mg 散布 1 Mg spray 1	++	健全葉 Normal	0.180	1.31	1.56	0.610
			症状葉 Chlorotic	0.152	1.20	0.97	0.319
3	Mn 散布 Mn spray	++	健全葉 Normal	0.116	1.24	1.23	0.527
			症状葉 Chlorotic	0.143	1.10	1.08	0.348
	Fe 散布 Fe spray	+	健全葉 Normal	0.120	1.53	1.64	0.481
			症状葉 Chlorotic	0.135	1.18	0.89	0.219
	Mg 散布 1 Mg spray 1	++	健全葉 Normal	0.191	1.50	1.49	0.357
			症状葉 Chlorotic	0.150	1.37	1.27	0.398
	Mg 散布 2 Mg spray 2	+++	健全葉 Normal	0.156	1.55	1.60	0.742
			症状葉 Chlorotic	0.143	1.07	0.80	0.384
4	標準 1 Check 1	+++	健全葉 Normal	0.138	1.23	1.42	0.788
			症状葉 Chlorotic	0.143	1.16	0.86	0.362
5	標準 2 Check 2	○	健全葉 Normal	0.170	1.39	1.60	0.444
			症状葉 Chlorotic	0.143	1.25	0.86	0.214
6	標準 3 Check 3	○	健全葉 Normal	0.198	1.47	1.81	0.260
			症状葉 Chlorotic	0.204	1.49	1.63	0.328

1954年には処理を実施せずに病徴の調査と葉分析を行った(第6表)。症状が明瞭となるのは7月であるため、5月18日と6月14日の葉分析は健全葉だけについて行った。これらの結果によれば、各処理と標準の葉内無機含量との間には本質的な差は認められなかった。7月中旬になって“chlorosis”は明瞭となったが、処理の効果は認められなかった。その後1958年まで毎年観察したが結果

は同じで、処理の効果は認められなかった。

3. “chlorosis”に対するK・Mg及びCaの土壌施用効果

第6表の結果によって症状葉のMg・Ca及びK含量が低いことはこの症状の発生に本質的な関係がないらしいと推察されるが、この点を更に究明するため尺鉢を用いて健全と思われる普通の1年生苗を用いて実験を行った。結果は第7表に示した。K過剰区は硫酸加里の施用

第6表. 1954年の各処理の葉内無機成分含量
Table 6. The accumulated effect of each treatments through two years (1952 and 1953) on mineral content in leaves collected on May and June, 1954

供試樹 Tree No.	処 理 Treatments	葉 内 無 機 成 分 含 量 (対乾物重%) Mineral content in leaves (Per cent of dry matter)									
		5 月 18 日 採 葉 May 18					6 月 14 日 採 葉 June 14				
		N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
1	Mg 土 壤 施 用 Mg soil application	3.41	0.41	1.91	0.92	0.38	—	—	—	—	—
2, 3	Mn 散 布 Mn spray	3.31	0.41	1.74	1.16	0.42	2.75	0.24	1.57	0.84	0.27
2, 3	Fe 散 布 Fe spray	3.49	0.47	1.67	1.15	0.42	2.78	0.24	1.62	0.90	0.41
4	標 準 1 Check 1	3.48	0.44	2.00	0.99	0.34	—	—	—	—	—
5	標 準 2 Check 2	3.45	0.53	1.57	0.99	0.47	2.90	0.29	1.02	0.92	0.44
6	標 準 3 Check 3	3.31	0.53	1.54	1.03	0.38	2.85	0.30	1.29	0.92	0.36

第7表. 症状の発現に及ぼすK・Ca及びMgの影響(1958)
Table 7. The effect of potassium, Calcium and magnesium supplies on appearance of chlorosis of 1-year apple trees, 1958

処 理 Treatments	葉内N含量 (対乾物重%) Leaf nitrogen (Per cent of dry matter)			被 害 程 度 Degree of chlorosis	葉 内 無 機 含 量 (対乾物重%) Mineral content in leaves, Oct. 9 (Per cent of dry matter)			
	June 13	July 14	Oct. 9		P	K	Ca	Mg
K 施用区 *	2.11	1.80	3.05	++++	0.217	2.66	0.98	0.135
Ca 施用区 **	"	"	3.02	++++	0.202	1.65	1.22	0.182
Mg 施用区 ***	"	"	2.88	++++	0.170	1.49	0.69	0.348

* 5月1日, 硫酸加里100g (1本当り) 土壌施用.

** 5月1日, 消石灰1本当り200g土壌施用.

*** 5月1日, 硫酸マグネシウム1本当り200g土壌施用,
全処理に8月16日硫酸アンモニウム50g施用.

* Soil application of potassium sulfate, 100 grams per pot (per tree), on May, 1.

** Soil application of slaked lime, 200 grams per pot (per tree), on May, 1.

*** Soil application of magnesium sulfate, 200 grams per pot (per tree), on May, 1.

All treatment received a uniform soil application of ammonium sulfate (50 grams per pot on Aug. 16).

によって10月の分析で2.66%と極めて高くなった。またCa 過剰区は消石灰の施用によって1.22%と他のいずれの処理よりも高くなり、Mg 過剰区は0.348%と他の処理の約2倍の含量となった。しかしこれらの過剰区の“chlorosis”は健全苗を供試したにもかかわらず、極めて激烈で処理の効果は認められなかった(第7表)。

4. “chlorosis”に対するN施用の効果

“chlorosis”葉のN含量が低かったことから、Nの施用時期と“chlorosis”の発生との関係をみた。実験方法と期日は3と同様であった。Nの施用時期は5月18日・6月13日・7月11日及び8月16日の4回とし、それぞれ該当する時期に充分な量と思われるN(1鉢当り硫酸アンモ

第8表. 症状の発現に及ぼすN施用時期の影響(1958)
Table 8. The effect of time of suppling nitrogen on appearence of chlorosis of 1-year apple trees, 1958

処 理 Treatments *	葉内N含量 (対乾物重%) Leaf nitrogen (Per cent of dry matter)			被害程度 Degree of chlorosis	葉内無機含量 (対乾物重%) Mineral content in leaves, Oct. 9 (Per cent of dry matter)			
	June 13	July 14	Oct. 9		P	K	Ca	Mg
標 準 区 ** Check	5.11	4.60	3.16	○	0.175	2.07	0.89	0.219
6 月 N 施肥区 *** N supplied in June	2.11	4.87	3.54	○	0.195	2.14	0.79	0.222
7 月 N 施肥区 *** N supplied in July	"	1.80	3.69	+	0.209	2.06	0.62	0.149
8 月 N 施肥区 *** N supplied in August	"	"	3.14	++++	0.325	2.21	1.02	0.187

* 全処理に過磷酸石灰25gと硫酸加里25gを5月7日に施用。

** Checkは硫酸アンモニア50gを5月18日に施用。

*** 6月N施用区は6月11日, 7月N施用区は7月11日, 8月N施用区は8月16日に硫酸アンモニア50gを施用。

* All treatments received a uniform soil application of phosphate and potassium (25 grams of superphosphate and 25 grams of potassium sulfate per pot) on May, 7.

** Check plot applied with ammonium sulfate (50 grams per pot) on May, 18.

*** Each plot supplied with ammonium sulfate (50 grams per pot) on June 13, July 11 and Aug. 15 respectively.

ニヤ50g)を施した。葉内含量は6月13日・7月14日及び10月9日に採葉して分析し, その都度症状の程度を調査した。これらの結果は第8表に示した。

5月18日に施用した区は生育は極めて旺盛でN含量が高く, 全く“chlorosis”が認められなかった。6月N施用区は施肥後急激にN含量が高くなり, 1ヵ月後の7月14日には5月施用区よりも高くなり, 生育は旺盛で“chlorosis”は5月施用区と同様に全く認められなかった。7月N施用区も施用後N含量が急激に高くなり, 約2ヵ月後は約2倍の含量に達した。しかし極く僅かではあったが古い葉に“chlorosis”がみられた。8月にNを施用した区は極めて顕著な“chlorosis”を生じ, 施用前に生じた葉のほとんど全部にみられ, その程度はK・Ca及びMgの過剰区にみられたものと全く同様であった。また8月N施用区の葉内P含量は異状に高かったが, これはNとの拮抗による結果と考えられる。

7月N施用区の症状のあらわれ方をみると, 施用前に淡緑色であった葉はNの施用によって緑色となったが, 葉緑の緑色は回復せず, 葉の中軸の濃緑色と葉縁の黄色が電光形の明瞭な線でわかれた。施用後に生ずる葉ははじめから緑色であるので“chlorosis”を示さなかった。8月N施用区でもこの過程は同様であった。すなわち6月頃まではたとえN不足になってもNを施用すること

によって葉は完全に回復するが, 7月中旬以降のN施肥では葉の緑色は完全には回復せず葉縁に黄化部が残り, それが非常に特徴的な症状となるのである。

同様な苗を使用して圃場でも同じ処理を繰返したが, 生育期間を通じて全くNを施さなかった無N区を除いていずれの処理区にも“chlorosis”はみられなかった。これは圃場に植えた1年生苗木の発芽と生育が尺鉢に比べて非常におくれたためと考えられる。つまり生育が遅延したために最後の8月の施用時期までにNの不足があらわれなかったのである。無N区では8月の末に“chlorosis”が顕著となった。

砂研法による実験結果は第9表に示した。完全区の培養液の組成は筆者らが普通に用いる濃度のものを使用した²⁾, 供給回数(供給した絶対量)が不足したために生育は尺鉢よりも劣り非常にN含量が低く, 完全区の葉も尺鉢よりもかなり黄色を帯びていた。すなわち圃場の試みと反対の結果となり, いずれの処理もNの供給が不足がちであった。そのためか完全区にも“chlorosis”がみられた。しかし完全区と7月N施用区の症状は $\frac{1}{2}$ N区と8月N施用区よりもかなり軽かった。 $\frac{1}{2}$ N区と8月N施用区の症状はほぼ同程度で非常に症状は顕著であった。

第9表. 症状の発現に及ぼすN施用時期の影響(1958年, 砂耕)

Table 9. The effect of time of supplying nitrogen on appearance on chlorosis of 1-year apple trees in sand culture, 1958

処 理 Treatments	葉内N含量 (対乾物重%) Leaf nitrogen (Oct. 9) (Per cent of dry matter)	被 害 程 度 Degree of chlorosis	葉 内 無 機 含 量 (対乾物重%) Mineral content in leaves (Oct. 9) (Per cent of dry matter)			
			P	K	Ca	Mg
完 全 区 *	2.34	++	0.185	2.11	0.87	0.195
1/2 N 施用区 **	1.80	++++	0.217	2.12	0.76	0.198
7 月 N 施用区 ***	2.25	++	0.195	2.11	0.64	0.223
8 月 施用区 ***	1.84	++++	0.184	2.13	0.55	0.210

* 完全培養液の組成はN100・K100・P5・Ca100及びMg30ppmで1週間に1回供給した。

** Nだけ完全培養液の1/2とした。

*** 7月N施用区は7月に、8月N施用区は8月に、それまで1/2N培養液で栽培していたものを完全培養液に変えて栽培した。

* Complete solution (N 100, K 100, P 5, Ca 100 and Mg 30 ppm) supplied weekly.

** 1/2 N solution (N 20, K 100, P 5, Ca 100 and Mg 30 ppm) supplied weekly.

*** Changed 1/2 N solution with complete solution on July and August respectively.

5. 考 察

葉の分析によって“chlorosis”葉は健全葉に比較してN・Ca・Mg・K及びPなど無機成分の含量が低かったが、特にN・Ca及びMgはいちぢるしく低かった。このうちCa・Mg及びKなどの無機成分を散布あるいは土壌施肥によって高めても“chlorosis”の治癒には何等の効果もみられなかった。またPは“chlorosis”葉でもかなり高い場合が往々みられたが、症状とは直接的な関係が認められなかった。したがってCa・Mg・K及びPなどの葉内含量の低下は、それらが直接“chlorosis”の原因をなすものではなく、むしろその結果として圃場で一般的にみられる現象にすぎないように考えられた。

尺鉢で行った実験では7月中旬以前のN不足が“chlorosis”の原因であったが、発芽時からこの時期までの期間はちょうど葉および新梢の生育時期にあたっている。この生育旺盛な時期にNが不足するとどの品種でも葉は淡緑色となるが、印度以外の品種はその後のNの供給によって葉色は回復するが、印度の場合は全体の葉が緑色に回復せず、ますます黄化が烈しくなるものと思われる。そしてこの印度の特異的な性質は、印度を交配親に使用した樹に発生し易いことからすれば、恐らく遺伝的なものではなからうか。この試験の成績ではN施用によって“chlorosis”が防げるのは7月中旬以前であったが、こ

の時期は固定的なものではなく、生育の遅速とも密接な関連があるものと思われる。すなわち同一処理を圃場で行っても生育が非常に遅れている樹に対しては、7月N施用・8月N施用ともに“chlorosis”を示さず無N区だけにみられた。

以上の“chlorosis”の発現過程から栽培圃場の“chlorosis”について考察してみよう。春先の降雨が少ない場合に発生が多いという一般的な観察は、その時期に土壌中の水分が少なくなり、Nの吸収が順調に行われないうえと解される。またいちぢるしくNに不足していない圃場でもこの“chlorosis”が烈しくあらわれるが、土壌中に多量のNが存在しても不良な土壌構造、あるいは病気などにより、Nを活潑に吸収出来ない状態であれば、この“chlorosis”が発生すると考えられる。高接病その他の障害樹がしばしばこの“chlorosis”を示すのも恐らく同様な理由によると考えられる。したがって圃場の樹に対してN施用の効果をみようとする場合には、供試樹が土壌中から無機養分を充分に吸収出来る根系と機能をもっているかどうかを知って行わなければならない。ある場合には樹勢が回復して吸収能力がさかんになれば、Nを施さなくとも“chlorosis”が治癒する機会はかなり多く存在すると考えられる。

一方肥沃な土壌に生育している樹で、生育が旺盛で葉内N含量も高い場合でも極く軽い“chlorosis”を示す場

合もかなり多い。4～5年の期間で観察すれば“chlorosis”を全く示さない樹は皆無といってよい。このような場合もその原因が生育期前半のN不足によるものかどうか、極めて速かな生長が行われる4月から6月の生育期には、Nの供給と消費の間の均衡が一時的に破れ、その痕跡が軽い“chlorosis”となって残るのであろうか。これらの点は今後の研究にまたねばならない。

またこの試験の結果からは、初期のN不足が症状をひきおこす主要な要因であることが明らかにされたが、N以外の何かの原因で初期に“chlorosis”をおこせば、その後にこの要因が解消されても特異的なこの症状があらわれるのかどうか、この点からも検討する必要がある。

6. 摘 要

この報告は印度品種に特徴的な葉の“chlorosis”の発生原因を明らかにするために行ったものである。

葉の分析結果によれば病葉内のCa・Mg及びKなどの含量がかなり低かった。しかし“chlorosis”の発生とCa

・Mg及びKの施用の間には何等の関係も認められず、散布あるいは土壤施用によりこれらの成分の葉中含量を高めても効果はなかった。また鉄・マンガンの硫酸塩の散布や、クエン酸鉄の“dry injection”も症状の治療には役立たなかった。

Nと“chlorosis”の間には明瞭な関係が認められ、生育初期にNが不足すると“chlorosis”が生じ、生育後期にNを施しても、その後に生長した葉は正常であったが、すでに現われた症状は治癒出来なかった。

引 用 文 献

- 1) KUANG Lu CHENG and R. H. BRAY. 1951. Determination of calcium and magnesium in soil and plant materials. *Soil Sci.* 72 (6) : 449-458.
- 2) 森英男・山崎利彦. 1957. 水耕法によるりんご樹の養分吸収に関する研究, 第2報. 結果樹の生育, 結実とN・P・K・Ca及びMgの吸収過程について. 東北農試研究報告 11 : 1-20.

Résumé

This study was conducted to confirm the cause of the leaf chlorosis occurred only in Indo variety characteristically.

In affected leaves, the contents of calcium, magnesium and potassium were quite lower than the normal leaves. However, the applying these elements by soil supply and leaf spray could not prevent the occurrence of the chlorosis. Also, it was not prevented by the spray of iron and manganese salts and dry injection of ferric citrate.

On the other hand, the appearance of the chlorosis was closely correlated with nitrogen supply, its symptom was severe when nitrogen deficiency occurred in early period of growing season, and this particular chlorosis did not disappear when nitrogen was supplied in late period.

蔬菜の越冬性に関する研究

II. 漬菜品種の耐雪性

佐々木 正三郎・大和田 常 晴

Studies on the overwintering of vegetables

2. Varietal differences in the snow resistance of Chinese mustard (*Brassica* spp.)

Shōzaburō SASAKI and Tsuneharu ŌWADA

1. 結 言

寒冷積雪地方の早春に供給される漬菜は、端境期の重要な緑葉菜源として欠くことの出来ない蔬菜であると考えられるので、葱品種の耐雪性⁸⁾につき漬菜について報告する次第である。

普通作物の耐雪性については以前から報告されており¹⁾、麦類では耐雪性の生理的機構についての数多くの研究^{3), 4), 5), 16)}があるが、漬菜についての報告⁹⁾は少ないようである。著者の一人佐々木は、漬菜の越冬性について予報的な報告⁷⁾を行い、また志佐氏等と共に漬菜類の生態的研究¹⁰⁾を5地域の連絡試験として行った。これら既報告の一部も含め、漬菜品種の越冬性による分類並びに生理的機構を明らかにするため、1952~1955年度の試験成績を主体にまとめたものである。

この試験の施行に際し、御指導と御校閲を賜った当園芸部森部長と、協力をえた研究室各位及び越冬病害について助力を与えられた沢村技官に感謝の意を表する。

2. 材料及び方法

代表的と思われる漬菜品種を集収選定し、園芸部圃場(沖積層や、粘質壤土)で1952年は17品種、1953年は20品種を3回の播種期に、1954年は9月16日、1955年は9月4日に播種した。

栽植距離は畦間75cm・株間15cmで、間引後に2本立とし、越冬前10月末~11月上旬に3式石灰ボルドー液の散布を行い、その他の栽培管理は慣行法によった。

試験区は1区40~60株の3回反覆とし、サンプルは適宜圃場から掘りあげ、1回に9~15株を調査した。

越冬残存率は試験区の約半数について調査を行い、融雪後の越冬生存株の越冬前株数の%で示した。

越冬性による漬菜品種の分類は1952・1953年の成績を主体に、報告済みの1949~1951年の試験結果も参考にした。

呼吸量の測定は0℃前後の温度で暗黒に近い状態にある貯蔵庫の中でデシケーターを用い、呼出したCo²を2N-KOHに吸収させた後に25%BaCl²を加え、その上澄液を0.4N-HClで滴定した¹¹⁾。乾物重の測定は80℃の定温器内で24時間乾燥した後に秤量算出し、“total soluble solid”は当園芸部考案の搾汁器により根冠部及び葉柄基部から汁液を搾汁し、ハンド・レフラクトメーターの指度で示した。

越冬前の各種の予措が漬菜の越冬性に及ぼす影響をみるため、薬剤・MH散布・採取り・剪葉の処理を行った。雪腐病防除についての薬剤散布はリオゲン・ルペロン・セレサン等を使用して行い、“total soluble solid %”の増減を図る手段としてのMH(マリクハイドラジッド)の散布は、MH-30の0.1~0.3% (製品量)を10a当り約72ℓの水溶液に稀釈して茎葉に散布した。採取り処理は越冬積雪前に根付きのまま採取り、そのまま畦上に並置し、剪葉処理は芯葉部を傷めない程度(地際部から3cm)に地上部茎葉を剪除した。

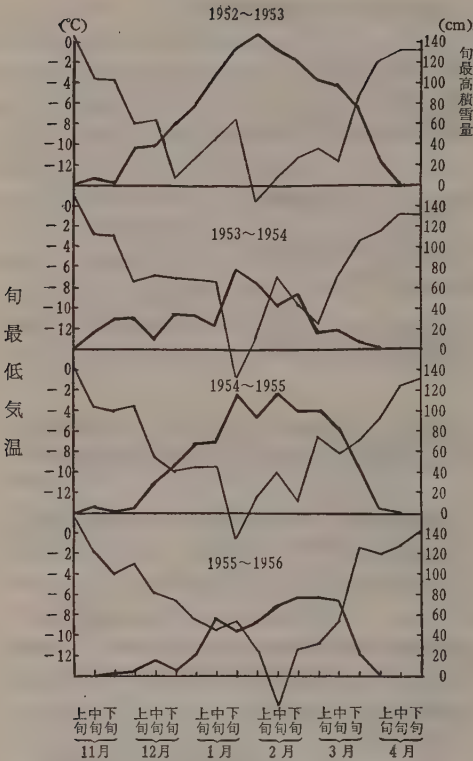
3. 試験結果及び考察

1. 越冬性による漬菜品種の分類

(1) 一般的な越冬状況

1952~1956年の冬季間の最低気温並びに積雪量を第1図に掲げたが、青森県藤崎町地方では各種越冬蔬菜のすべてが根雪前に零下数度の低温にさらされ、漬菜の場合も凍結状のまま越冬に入る。

積雪下の漬菜の越冬は、前報に報告した葱の場合とほぼ同様な経過をたどり越冬を完了する。



第1図. 最低気温と積雪量 (1952~1956)
(太線は積雪量・細線は気温)

(2) 播種期と越冬率

完全融雪後の3月下旬～4月上旬に調査した漬菜各品種の越冬残存率は第1表のとおりであり、各品種を染色体数からn=10及びn=18にわけて越冬率を比較すると、n=10群の品種は一般に越冬力が強く、n=18の品種群は、概して弱い傾向にあった。

播種期と越冬率との関係は越冬力の強い品種ほど播種期の早晚による越冬残存率の増減は少く、反対に越冬力の弱い品種は播種期による変動が多かった。すなわち、山東菜類では9月中旬播種の場合に、その他の品種では9月上旬播種の場合に越冬率が高い傾向を示した。

(3) 越冬前・後の生育

越冬前の11月と12月の生体重及び12月の生体重を100とした場合の越冬中の生育率は第2表のとおりであり、越冬力の強弱から品種をⅢ群に群別(第4表)して表示した。

第2表の結果からは越冬前及び越冬中の生育重量と越冬

第1表. 漬菜品種の越冬残存率 (1952・1953)

品 種	年度 播種期	1952			1953		
		8.26	9.6	9.16	9.7	9.17	9.28
		%	%	%	%	%	%
n=10	札幌	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
立	崑崙菜	—	—	—	100.0	100.0	100.0
小	松沢菜	94.6	97.6	100.0	92.2	97.4	87.2
野	ひさご菜	—	100.0	100.0	86.3	100.0	95.0
ひ	さご菜	—	62.2	15.0	82.7	39.8	49.6
雪	白体菜	83.8	78.8	85.7	74.1	53.9	61.6
原	山東菜	53.6	79.4	77.8	62.2	79.5	74.4
広	島菜	57.9	79.2	46.2	39.0	36.4	13.5
白	湾菜	—	0	15.8	0	10.2	68.9
白	茎菜	93.8	100.0	75.0	—	—	—
如	月菜	84.4	85.0	50.0	—	—	—
大	阪白菜	48.5	55.0	37.5	80.5	87.2	89.7
半	結球山東菜	75.8	89.1	100.0	—	—	—
丸	葉山東菜	69.8	89.7	95.2	—	—	—
中	生花生菜	—	92.5	54.3	—	—	—
晚	生真菜	—	92.5	88.6	—	—	—
四	月生白菜	—	97.6	87.8	—	—	—
n=18	芭蕉菜	85.7	85.7	85.4	97.2	100.0	100.0
山	形青菜	0	4.5	0	5.1	18.0	17.7
か	つ裡菜	0	12.0	0	10.3	7.7	15.9
雪	鹿兒島菜	—	4.0	0	0	10.3	0
二	宮高菜	—	—	—	36.7	51.2	20.9
紅	辣白菜	6.5	0	—	0	0	0
柳	河高菜	—	—	—	0	0	0
銀	芥菜	—	—	—	25.7	28.8	14.6
平	莖大葉菜	90.5	92.9	80.0	77.2	79.5	45.4
台	湾芥菜	0	0	0	64.2	66.8	29.1

注：1952年は1区30～40株に対する3区の平均値。
1953年は1区15～20株に対する3区の平均値。

冬力との間には相関は認められなかったが、次のような傾向を得た。

越冬力の強いⅠ群品種の生育を、越冬力の弱いⅡ・Ⅲ群の品種と比較すると、越冬前の生育量が低く、生体重も少い傾向にあり、また、越冬中の生育特に3月の生育の減少率が低いのは、茎葉の凍結解除並びに融雪水による茎葉の腐敗損耗が少いことを意味しており、越冬力の低い品種では3月に入ってから腐敗の増加が生体重を減少させた。

耐雪性と共に欠くことの出来ない越冬前の耐寒性を11月及び12月の生体重から判定すると、越冬前の断続的な降雪と低温下でも越冬力の強い品種は健全な生育を維持し、n=18を主体とする品種群は葉柄部が水浸状となり凍害を受けると共に、外葉の折損が非常に多く、生体重は減少した。また、この品種群の多くは草莖が立性に近く、その上に葉柄が硬くもろいことが外葉の折損を著しくさせたものと思われる。Ⅱ群のn=10の品種は外葉に

第2表. 漬菜品種の越冬前～後の生体重 (1952)

群	品 種	9 月 7 日 播 種				9 月 17 日 播 種				9 月 28 日 播 種			
		11月 重量	12月 重量	2月重量 12月重量	3月重量 12月重量	11月 重量	12月 重量	2月重量 12月重量	3月重量 12月重量	11月 重量	12月 重量	2月重量 12月重量	3月重量 12月重量
I	札幌菜	360	333	30.9	45.0	66	83	45.7	97.5	13	10	130.0	90.0
	幌立菜	236	200	38.0	83.0	81	60	96.6	66.6	9	10	80.0	80.0
	小松菜	266	366	71.8	32.7	113	140	52.1	52.1	14	21	100.0	61.9
	野沢菜	350	350	59.4	40.0	173	173	46.2	32.3	20	19	84.2	105.2
	芭蕉菜	246	276	51.8	36.2	51	73	89.0	58.9	7	14	71.4	57.1
	平 均	291.6	305.0	50.4	47.4	96.8	105.8	65.9	61.5	12.6	14.8	93.1	78.8
II	ひょうたん菜	266	196	117.3	71.4	50	73	100.0	82.1	7	5	30.0	26.0
	さといも菜	803	513	23.9	30.4	135	135	60.7	44.4	16	14	114.2	71.4
	白根菜	476	526	45.6	34.3	126	126	65.8	48.4	10	14	114.2	107.1
	栗原菜	756	600	43.3	17.6	193	193	68.9	36.2	12	16	162.5	162.5
	葉芥菜	340	245	110.2	50.2	46	40	13.2	10.2	3	5	20.0	80.0
	平 均	494.8	392.5	63.0	39.6	98.3	103.0	69.7	47.7	8.7	10.2	102.1	84.0
III	広島菜	888	536	98.8	47.7	158	200	48.0	60.0	16	12	150.0	91.6
	台湾白菜	521	320	0	0	51	73	0	0	8	6	13.3	0
	山形青菜	503	226	39.8	37.6	58	90	95.5	36.6	8	13	84.6	61.5
	山形青菜	543	410	32.4	18.7	73	61	65.5	62.6	8	10	170.0	40.0
	雪櫃菜	356	250	48.0	45.2	43	48	72.9	41.6	4	5	12.0	60.0
	鹿兒島在来菜	463	320	35.3	22.1	68	43	118.6	65.1	6	9	66.6	33.3
	宮高菜	210	316	45.5	—	61	88	48.8	35.2	7	4	20.0	100.0
	紅辣菜	300	150	73.3	37.3	71	68	67.6	38.2	8	8	137.6	62.5
	柳河高菜	360	261	40.1	30.6	78	63	71.4	47.6	10	12	83.5	31.3
	平 均	460.4	309.9	45.9	26.6	73.4	81.6	65.4	43.0	8.3	8.8	82.0	53.4

注：測定値は1区5株・3回反覆の平均値。

凍害を認めたが、新葉の増加と生育が早いために生育重量の減退は比較的少なかった。

これらのことは、麦の越冬が大体に耐寒性と相伴うものであるとの見解²⁾、並びに大麦の草姿が直立型である品種は雪腐抵抗性に弱く、反対に匍匐性の品種は強い傾向にあるとの報告¹³⁾とも関連があるように思われる。

越冬完了後の新葉発生率を第3表に示したが、融雪直後から約20日間の生育増加率である。

越冬蔬菜として早春の端境期に利用出来る部分は、播種期を早くして越冬前の生体重を増加させた場合に多く、翌春になってからの新葉増加率は晩播した場合ほど高くなった。播種期をおくらせると翌春の抽苔もおそくなり、在圃期間も4～5日延長させることが出来た。4月下旬には約10～20cmの抽苔が認められるので、越冬蔬菜として利用価値の高いのは4月中旬頃までである。

(4) 総括的分類

1952・1953年に行った前掲の試験結果並びに漬菜各品種の越冬率を調査した1949～1951年の結果^{7), 9)}を総合し、代表的な漬菜品種を越冬力の強弱から3群に分類すると第4表ようになる。

第I群は越冬率が90%以上を示す品種群で、n=10の品種が多くを占めている。

第II群は約80～50%の越冬率を示す品種群で、やや結球性を示す葉数の多いn=10の品種が多い。

第III群は50%以下の低い越冬率を示す品種群で、越冬前に抽苔開花する場合もある台湾土白菜のように極めて低いn=10の品種も含まれるが、n=18の品種が多くを占め、10～0%の極めて低い越冬率を示すものである。

2. 越冬中の品種の生理的特性

耐雪性についての生理的な研究は麦類で行われ、炭水化物の代謝が越冬性と密接な関係にあることを明らかにし、併せて滲透圧・含糖量及び含水量等が越冬性に関与するものであるとされている。筆者等も、漬菜の消耗過程をみる上に最も適切であると思われる呼吸量・乾物率及び含糖量を測定し、品種間による越冬残存率の差異と漬菜品種の生理的特性の関係を検索した。

(1) 呼吸量

茎立菜等の4品種の呼吸量を0℃の暗黒下で、地上部重量1kg・1時間当りのCo²呼出量として算出した結果が第5表である。

第3表. 越冬後の新葉発生増加率* (1952・1953)

年度		1 9 5 2						1 9 5 3					
播種期		8 月 26 日		9 月 6 日		9 月 16 日		9 月 7 日		9 月 17 日		9 月 28 日	
品 種	項目	4月10日 地上部重	新葉発生率	4月10日 地上部重	新葉発生率	4月10日 地上部重	新葉発生率	4月5日 地上部重	新葉発生率	4月5日 地上部重	新葉発生率	4月5日 地上部重	新葉発生率
		g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%
n=10	札幌菜	76.0	279.6	54.2	175.2	21.0	317.1	105.2	145.3	50.6	169.9	20.6	223.7
	幌立松菜	—	—	—	—	—	—	91.3	188.2	61.4	150.8	14.3	195.8
	小野菜	115.7	177.8	58.5	307.6	32.5	287.0	76.5	164.4	57.0	210.5	16.2	290.7
	雪原菜	—	—	66.5	249.3	29.2	322.2	49.1	192.8	43.6	211.4	22.8	214.4
	白根菜	121.8	117.6	29.2	165.4	10.0	—	120.4	93.4	27.9	132.6	9.6	180.2
	栗原菜	58.5	198.6	47.5	196.4	14.2	292.9	21.6	236.1	22.5	190.6	5.9	242.3
	白根菜	98.0	142.8	41.0	152.4	21.0	342.8	63.3	84.8	31.2	116.0	13.6	106.6
	如月菜	210.8	100.3	123.8	144.0	36.7	211.1	100.3	74.6	58.0	136.2	5.0	270.0
	大阪菜	127.7	141.5	51.2	271.6	11.3	309.7	—	—	—	—	—	—
	半結球山東菜	80.7	149.9	35.2	144.3	7.5	410.6	91.4	133.8	45.4	142.0	10.5	380.0
	中生菜	69.7	124.2	76.0	168.8	35.5	199.4	—	—	—	—	—	—
	晚生菜	97.2	120.8	66.7	179.9	32.8	205.7	—	—	—	—	—	—
	四葉菜	—	—	89.7	159.7	31.3	175.7	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	63.0	277.7	17.5	385.7	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	63.3	218.4	16.7	284.4	—	—	—	—	—	—
n=18	芭蕉菜	81.3	131.1	59.2	161.8	12.7	288.1	83.7	229.7	39.4	156.3	6.9	288.4
	鹿兒島菜	—	—	—	—	—	—	27.7	123.4	14.6	76.0	0.8	300.0
	尼河菜	—	—	—	—	—	—	11.5	28.6	11.0	163.6	1.5	400.0
	葉芥菜	—	—	—	—	—	—	39.6	314.8	21.8	206.4	2.2	527.2
	銀葉菜	—	—	—	—	—	—	30.2	74.1	13.5	98.5	1.5	146.6
	平菜	70.0	204.7	37.8	215.8	16.2	298.1	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

* 新葉発生率 1952 : 4月10日の生育重量(1株当たり)を100とした場合の5月1日の生育率(1区当たり3〜5株供試)。

1953 : 4月5日の生育重量(1株当たり)を100とした場合の4月22日の生育率(1区当たり3〜5株供試)。

第4表. 越冬性による漬菜品種の分類

群	品 種	
	n = 10	n = 18
I	札幌菜	芭蕉菜
	幌立菜	平菜
	小野菜	葉芥菜
	雪原菜	菜
II	白根菜	根銀菜
	月島菜	芥菜
	四信菜	菜
	長崎菜	菜
III	大如菜	鹿兒島菜
	阪白菜	来菜
	生菜	青高菜
	京菜	柳雪菜

第5表. 呼吸量の品種間差異と月別の推移

(1954~1956)

品種	測定月日 hr/kg	1954. 12月 20日	1955. 1月 26日	1955. 3月 1日	1955. 12月 14日	1956. 2月 21日	1956. 3月 28日
		mg	mg	mg	mg	mg	mg
芭蕉菜	—	58.8	32.7	42.0	48.1	20.0	32.7
立菜	—	46.7	35.1	42.2	38.1	18.0	23.3
芭蕉菜	—	31.5	31.2	39.1	—	—	—
紅菜	—	36.3	36.1	48.7	27.3	13.4	21.9

注 : 測定値は3〜5株3回反覆の平均値

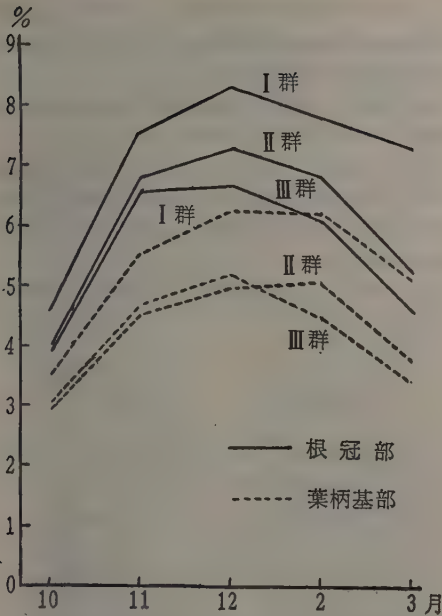
積雪下の1〜2月は品種間に差がなく各品種とも越冬前に比較して呼吸量が減少し、生育が漸次旺盛になる融雪前には再び増加する。特に、越冬力の強い芭蕉菜・芭蕉菜は高い傾向を示した。

(2) "Total soluble solid"

越冬させた漬菜各品種の根根部及び葉柄基部の含糖量の推移を、含糖量と密接な関係にある "total soluble solid%"¹²⁾ (以下ss%と記す) の測定から判定した。

供試20品種を第4表から3群に群別し、月別のss%の推移を示すと第2図のとおりであり、越冬前12月の根根部ss%と越冬率との間には $r = +0.860$ ($P < 0.001$) の

越冬前の品種間差異は、越冬力の弱い広島菜・紅辣菜の呼吸量が微弱であったのに対し、越冬力のある品種はどやや高い呼吸量が得られた。



第2図. 越冬前及び越冬中の“total soluble solid%”の推移 (1953)

高い相関を認めた。

根冠部のss%は葉柄基部より約2%程度高く、越冬中の推移も全く並行的に増減し、低温に向う12月迄は増加するが、積雪下で漸減しているのは同化生成が不可能となるためであろう。

越冬力の強いI群の品種では11~12月にかけての増加が多く、越冬直前にも著しく高いのは越冬前に多量の糖の蓄積がされたことを示している。

積雪中の減少量は越冬力の強い品種ほど緩慢であり、越冬力の弱い品種は減少が著しかった。

(3) 乾物率

乾物率を月別に測定した結果は第6表に示すとおりであり、乾物率は外葉から内葉に進むに従って増加し、最内葉が最も高く、同時に測定したss%も全く同様の傾向を示した。

月別の推移は、各品種とも低温に向う11月から越冬前の12月にかけて増加し、越冬積雪中の1月から2月にかけての乾物率は漸減するが、融雪前からは再び増加の傾向を示した。

乾物率とss%は密接な関係にあるとされているが⁶⁾、この実験でも高い相関が存在したことは第6表に示すとおりである。

第6表. 乾物率及び“total soluble solid%”の品種間差異と月別の推移 (1952)

調査月日	品種 項目	札幌菜			かつを菜			広島菜			芭蕉菜		
		乾物率	ss%	r	乾物率	ss%	r	乾物率	ss%	r	乾物率	ss%	r
11月7日		8.41%	7.08%	0.926	6.74%	5.76%	0.992	3.96%	3.18%	0.950	7.00%	6.18%	0.902
12月21日		10.91	8.45	0.900	8.35	6.86	0.987	6.45	4.27	0.928	10.07	8.05	0.864
1月21日		10.33	7.62	0.979	6.57	6.10	0.884	5.63	3.78	0.919	9.85	8.38	0.969
2月20日		8.39	6.70	0.987	6.32	4.52	0.974	4.99	2.88	0.993	8.88	7.31	0.984
3月23日		8.94	6.09	0.919	6.65	4.45	0.977	4.81	2.19	0.961	8.89	6.27	0.981

注：各品種とも9株を葉序別に測定したが1株当りの数値として示した。

品種別にみると、越冬性の高い札幌菜・芭蕉菜は積雪前の乾物率が高く積雪下の減少も少ないが、越冬性の低いかつを菜・広島菜は前者に比較して明らかに乾物率が低く、積雪中の乾物率の低下も著しかった。

3. 越冬前の予措と漬菜の越冬性

(1) 薬剤処理

越冬後の枯死した茎葉に肉色及び黒色味を帯びた多数の菌核が附着しているが、これ等の菌核は積雪下の環境条件から生ずる雪腐病菌¹⁴⁾とされている。

漬菜に認められる菌核はTyphula属菌及びSclerotinia graminearum ELENの菌核に類似しており、また融雪前から外葉に認められる病徴はFusarium nivaleと思

われるが、これ等の病菌の分類については明らかに出来なかった。

1953年10月29日に芭蕉菜・紅辣菜・山形青菜及びかつを菜に対して、セレンサン石灰10a当り4kgの土壤散布を行ったが、越冬率の増加をはかることは不可能であった。

1954年播種の雪白体菜及び三池高菜に対し、11月16日と11月26日の2回にセレンサン石灰・リオゲンダスト及び散粉ルベロンを10a当り8kgの割合で処理したが、前年と同様に効果は認められなかった。

1954年に茎立菜・芭蕉菜・広島菜及び紅辣菜の4品種を10月中旬に鉢あげし、12月上旬に貯蔵庫地下室に搬入して菌核の接種を12~3月に行ったが⁵⁾、処理の影響は全

く認められなかった。

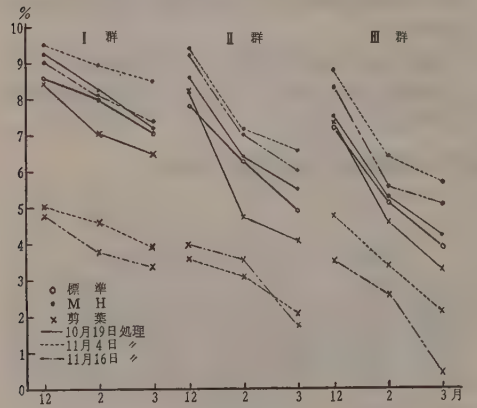
以上の結果から判定すると、積雪下の漬菜の越冬性を左右する直接の原因は、体内養分の損耗による生理的な衰弱と考えられ、TUMANOV 等¹⁵⁾の提証する炭水化物の欠乏した植物体では可溶性窒素化合物が増加し、菌の寄生に都合の良い状態にあるという報告と同様な推察を下すことが出来ると思う。

(2) MH 処理

MHの散布は植物体に炭水化物を蓄積させ、蔗糖の含有量を高める特異性をもっているので、MHの散布濃度及び時期等を変えて検討した結果は第3・4及び5図に示すとおりである。

根冠部ss%と葉柄基部ss%は $r=+0.912(P<0.001)$ の高い相関が存在するので根冠部ss%だけを図示した。

月別の推移は越冬力の強い品種ほど積雪中の減少が少く、MH散布によるss%の増加は10月下旬～11月中旬処理の場合に顕著で、積雪期間中のss%の減少量も少な



第3図. MH及び剪葉処理による“total soluble solid%”の増減(1954)

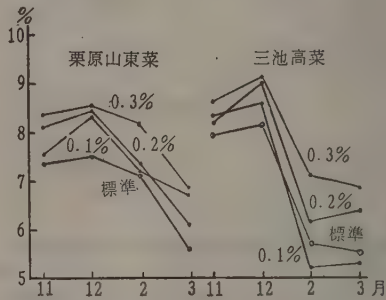
注：Ⅰ群……仁井田菜・基立菜及び芭蕉菜。
Ⅱ群……栗原山東菜及び芥子菜。
Ⅲ群……広島菜及び紅辣菜。

く、地上部茎葉の腐敗を最少限にとどめ得た。10月中旬の早期散布ではss%の増加がほとんど認められず、むしろ越冬前の生育が抑制された。

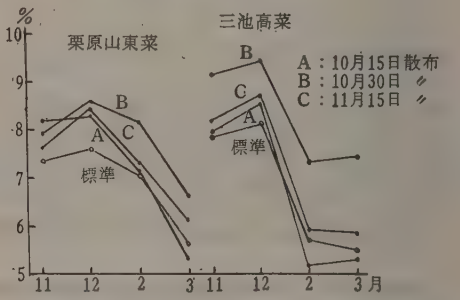
MH処理によるss%の増加が漬菜の越冬率に及ぼす影響は第7表及び第6図のとおりである。

越冬中のss%の増加が認められた10月下旬以降の処理により、Ⅱ・Ⅲ群の品種の越冬率を有意に高めることが出来、ss%が高められた処理区ほど越冬率の向上も著しかった。

MH処理による越冬後の生育は、早期散布の場合にだ



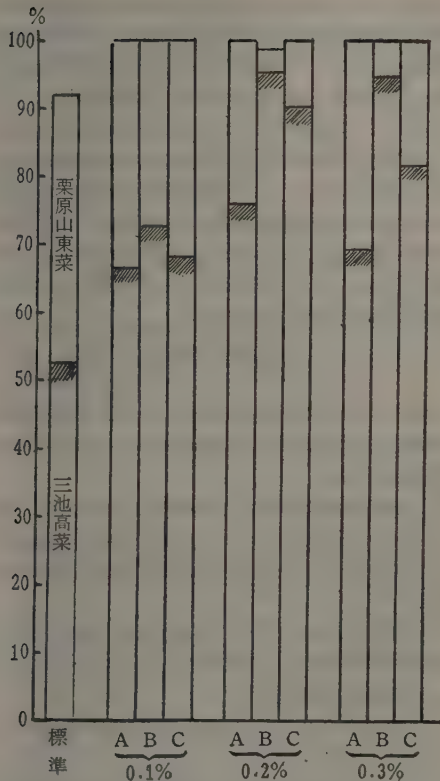
第4図. MHの散布濃度と“total soluble solid%” (1955)



第5図. MHの散布時期と“total soluble solid%” (1955)

第7表. MH及び剪葉処理が越冬率に及ぼす影響 (1954)

品 種		仁 井 田 菜	基 立 菜	芭 蕉 菜	栗 原 山 東 菜	葉 芥 菜	広 島 菜	紅 辣 菜
処 理								
MH散布	10月19日	100.0	97.7	81.6	74.9	29.6	22.6	2.0
	11月4日	100.0	100.0	97.8	92.0	72.6	62.0	41.7
	11月16日	100.0	100.0	100.0	90.3	60.1	76.2	20.8
剪 葉	10月19日	100.0	100.0	91.7	71.2	31.1	7.4	0
	11月4日	83.6	95.8	93.3	6.3	0	0	0
	11月16日	78.0	93.7	2.1	0	0	0	0
標 準		100.0	100.0	95.2	78.9	59.6	34.7	0



第6図. MH処理が越冬率に及ぼす効果 (1955)

注: A. 10月15日散布.
B. 10月31日 " .
C. 11月15日 " .

け多少低率で、越冬力が強く越冬後の生育が旺盛な仁井田菜・茎立菜等の生育が特に抑制される傾向を認めたが、MHの効力は抽苔及び開花を数日間おくらせることが出来た。

漬菜品種の越冬率を向上させるのに最も効果的なMHの散布時期は10月下旬～11月上旬であり、散布濃度は0.3%程度が適当であった。

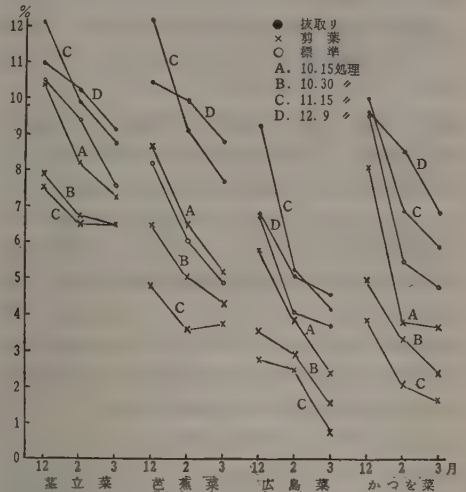
(8) 剪葉処理

地上部茎葉を剪葉してss%の減少をはかった根冠部のss%の推移を群別に図示したのが第3図であり、11月4日及び11月16日処理によりss%は著しく低下した。

剪葉処理によるss%の低減が越冬率に及ぼす影響は第7表のとおりであり、処理による越冬率の低下は著しかった。

(4) 抜取り処理

抜取り及び剪葉処理によるss%と越冬率の増減は第7図及び第8表に示した。



第7図. 越冬前の抜取り及び剪葉処理による根冠部“total soluble solid%”の増減 (1955)

第8表. 抜取り及び剪葉処理が越冬率に及ぼす影響 (1955)

処 理	品 種	越冬率			
		茎立菜	芭蕉菜	広島菜	かつを菜
抜取り	11月15日	100.0	91.7	43.3	31.0
	12月9日	100.0	97.2	23.5	6.2
	12月15日	100.0	85.0	3.7	1.1
剪 葉	10月15日	100.0	100.0	92.5	72.2
	10月30日	100.0	100.0	100.0	100.0
	11月15日	100.0	100.0	74.9	41.6
標 準		100.0	100.0		

茎葉の剪除によりss%は低下し、越冬率を減少させたが、越冬率の低い品種ほどその傾向が著しかった。しかしながら、12月9日の抜取り処理はss%の増加が著しく、越冬力の極めて低いかつを菜及び広島菜を100%越冬させることが出来た。11月15日の処理は、抜取りが早期にすぎたため12月のss%は非常に高かったが積雪前の萎凋程度が多く、外葉も黄変し、枯葉も増加したために12月処理を下回る越冬率を示した。

4. 結 論

漬菜は寒冷積雪地帯の春期の端境期を救う緑葉菜として、その利用価値は極めて大きいものがあると考え、越冬力の強弱から漬菜品種をⅠ・Ⅱ及びⅢの3群に群別するとともに、越冬性の生理的機構を検討した結果、次のような結論を得た。

越冬性が高く越冬後の利用価値の多い第Ⅰ群の品種は概して $n=10$ の品種で、中でも*B. Rapa*に属する品種は極めて高い越冬率を示し100%の越冬が可能であった。第Ⅱ群には $n=10$ と $n=18$ の品種が混在し、Ⅲ群には $n=18$ の品種が多くを占めており極めて低い越冬率であった。

越冬力の弱い大部分の品種は秋期漬物用として貯蔵するのを一般的とし、越冬の可能な品種を越冬蔬菜とする時は融雪後に越冬葉・新葉並びに抽苔部を適宜利用する。しかし、品種により越冬後の新葉の生育が異なるためその利用部分も異なってくる。すなわち、越冬葉の損傷が少ない莖立菜及び札幌菜等の品種は旧葉も含めて早期に利用出来るし、抽苔のおそい真菜・四月白菜及び大阪白菜等は越冬後に生育する新葉を、分けつは旺盛であるが抽苔のやや早い小松菜及び芭蕉菜等の品種は分けつ菜とともに抽苔部を利用するのが適当である。

漬菜品種の越冬前の耐寒性を群別に対比すると、Ⅰ群の品種は越冬前の生体重量が少く、 $n=18$ の品種の多くは草姿が立性であるために葉柄の折損が多い等の生態的な差異を加味されるが、一般的にみて耐雪性の強い品種は耐寒性にも強い傾向にあった。“total soluble solid”の測定から漬菜品種の越冬前の含糖量を判定すると、第Ⅰ群に分類される越冬力の強い品種はⅡ・Ⅲ群の品種よりもss%が高く、ss%と極めて高い相関係数にある乾物率の場合も全く同様な傾向を示した。結局、越冬力の強い品種は越冬前の莖葉の損耗が少ないのに対し、越冬力の弱い品種は凍害を蒙り易く莖葉の減少が多いことは含糖量の差異から生じたものと考えられる。

積雪下の1月上旬頃までは越冬前の凍結状態を維持するが、1月上旬頃からの凍結の解除によって外葉は水浸状となり、腐敗葉も増加し、加えて2月下旬頃から生ずる融雪水は地上部の損耗を更に著しくする。積雪下の含糖量の推移をss%から判定すると、各品種とも積雪前12月が最高で、積雪下に入ってから含糖量は漸減して行く結果からみて、積雪下では消耗過程にあることがうかがわれる。しかしながら、越冬力の強い品種は弱い品種に比較して積雪中の生育量の減退が少いことは貯蔵養分の減少が少く、越冬中の生理的消耗も少ないものと考ええる。そこで、漬菜の耐雪性は含糖量並びに含糖量に附随して生ずる生理的關係が主体となり、それに附随して融雪水及び病害の発生が関与するもののようで、これらの因子が相互に組みあわされて漬菜品種の越冬性を決定づけるものであろう。

ss%が漬菜の越冬性を左右する重要な因子であると考

えられる。その裏付けとして行った越冬前のMH散布及び採取処理は越冬前のss%含量を高め、越冬中の損耗を軽減させることが出来たために、越冬率は顕著に増加した。地上部莖葉を剪除してss%の含有量を減少させた場合には、反対に越冬率も低下したことから判定すると、含糖量と越冬率との間には非常に密接な関係があることが更に明らかとなった。漬菜の越冬に際し、越冬前の10月下旬～11月上旬にMH散布を行うか、漬菜を採取り畦上に並置しておくかにより、越冬力の弱い品種でも越冬を高めることが出来るが、その実用性については更に検討を要するものと思われる。

5. 摘 要

各地から集収した漬菜品種間の越冬性並びにMH処理等が漬菜の越冬性に及ぼす影響について、1952～1955年に試験を行った。

1. 漬菜のss%含量は、越冬前が高く越冬中には漸減するが、越冬力の強い品種ほど越冬前のss%含量が高く、漬菜のss%と越冬率との間には密接な相関が認められた。

2. 越冬前のMH散布及び採取処理は漬菜のss%含量を増加したのに対し、剪葉処理ではss%が減少するために漬菜の越冬率も低下した。

3. 越冬性の程度から、漬菜の主要品種を群別すると次のようにわけられる。

Ⅰ群(越冬率90%以上)：札幌菜・莖立菜・小松菜・真菜・四月白菜及び芭蕉菜。

Ⅱ群(越冬率80～50%)：山東菜・京菜・雪白体菜・大阪白菜・ひさご菜及び葉芥菜。

Ⅲ群(越冬率50%以下)：広島菜・二宮高菜・かつえ菜・三池高菜・紅辣菜及び雪裡紅。

引 用 文 献

- 1) 北大理学部植物生理学教室編。1954。植物生理学実習。(養賢堂)
- 2) 稻塚権次郎・浅沼清太郎。1934。本邦に於ける小麦重要品種の耐寒性及び耐雪性に就て。農及園9(11)：2467～2472。
- 3) 柿崎洋一。1936。小麦の雪腐抵抗性及び莖葉の乾物率及び含糖率並びに葉汁液の性質。農及園11(5)：1309～1318。
- 4) 小林三雄・萩原敏雄。1936。小麦品種の耐湿性及び耐雪性と、3特性との関係。農及園11(7)：1775～1780。
- 5) 小西千賀三・西川光一。1951。麦類耐雪性に関する栄養生理的研究。北陸農業研究1：29～43。

- 6) MANN, L. K. and B. J. HOYLE. 1945. Use of the refractometer for selecting onion bulbs high in dry matter for breeding. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 46 : 285—292.
- 7) 佐々木正三郎. 1950. 東北地方における越冬性蔬菜について. 東北農業 3 (2) : 1~4.
- 8) ————・大和田常晴. 1959. 蔬菜の越冬性に関する研究. I. 葱品種の耐雪性. 東北農試研究報告. 16 : 68~78.
- 9) 志佐誠・万豆剛一. 1951. 菜類の耐雪性に関する研究 (第1報) 耐雪性に関連ある生理的諸性質の品種間差異. 園学雑 20 (1) : 98~104.
- 10) ————・—————・他. 1954. 漬菜及び蕨の品種の生態的特性, 蔬菜品種の生態的分化に関する研究. 文部省科学試験研究報告 17 : 55~70.
- 11) 杉山直儀. 1939. 冬作物の雪害. 農及園 14 (4, 5) : 1119~1126, 1343~1352.
- 12) 田口亮平. 1948. ワケギの發育經過中特に越冬並に鱗茎形成に伴う体内生理的条件の変化. 園学雑 17 (1, 2) : 59~68.
- 13) 丁圭一. 1936. 大麦の形態並びに生理と雪腐病抵抗性の関係. 農及園 10 (11) : 2547~2552.
- 14) 富山宏平. 1955. 麦類雪腐病に関する研究. 北海道農試報告 47 : 1~234.
- 15) TUMANOV, I. I., I. N. BORNDINA and T. V. ALEINHOFA. 1935. The role of the snow cover in the wintering of crops. Bull. Appl. Bot. Gen. Plant Breeding 3 (6) : 3—57.
- 16) 山本健吾・大泉久一. 1951. 大麦の寒凍害に関する研究 (第1報) 大麦の生育時期における炭水化物の変化. 東北大学農学研究報告 2 (1) : 371~384.

Résumé

The study was conducted to determine the varietal differences of their ability of overwintering in Chinese mustard, and the effect of MH, root cutting (plants were pulled up by the roots, and then arranged on the rows prior to snow covering) and top cutting (tops of plants were cut at about 3 cm. above the ground) treatments on overwintering of Chinese mustards, during 1952 to 1955.

1. In general, the total soluble solid contents in Chinese mustard plants reached a maximum at the beginning of December, and then gradually decreased during the snow season. The high resistant varieties to overwintering contained larger amount of total soluble solid than the low resistant varieties. There was a high positive correlation between soluble solid contents in plants and the residual percentage of overwintering in Chinese mustards.

2. MH and root cutting treatments prior to snow covering gave increased total soluble solid contents in plants. The total soluble solid contents in plants were decreased by top cutting treatment applied at the beginning of the winter. Treated plants showed a low residual percentage of overwintering.

3. By measure of the degree of overwintering, the varieties of Chinese mustard used in this experiment were classified as follows:

High resistant varieties to overwintering; Sapporona, Kukitachina, Komatsuna, Mana, Shigatsushirona and Bashōna.

Medium resistant varieties; Santōsai, Kyōna, Setsupakutaisai, Ōsakashirona, Hisagona and Ha-Karashina.

Low resistant varieties; Hiroshimana, Ninomiya-takana, Katsuona, Miike-takana, Honrasai and Serihon.

いちご加工用新品種「ふじさき」の育成経過とその特性

佐々木正三郎・佐藤忠弘・中川春一・前田 正

The new canning strawberry variety "Fujisaki"

Shōzaburō SASAKI, Tadahiro SATO, Haruichi NAKAGAWA
and Tadashi MAEDA

1. 緒 言

わが国のいちごの栽培は青果用として市場出荷を目的に発達し、加工用にはそのくず果または生産過剰の果実を利用してきたので、加工業の発達は著しく阻害された。しかし、いちごの栽培では、青果用・加工用の利用目的によって経済的栽培の適応地帯並びにその果実の品質特性も異なるので、今後加工の振興をはかるには、その加工専用品種の育成並びにその栽培方法を究明して加工製品の品質向上と生産価格の低減をはかることが重要である。東北地方は畑地面積または労力にめぐまれ、気象的にも好都合で、暖地に成立しない粗放の永年式並びに芝作り式の簡易栽培が可能であり、なお致命的病害虫の発生が少ないなど、いちごの加工原料の栽培地帯としてはきわめて有利な状態にある。したがって、当園芸部では、東北地方などの寒冷地帯に適する青果並びに加工用品種の重要性から、昭和22年その育種に着手し、以後継続的に実施してきたが、このたび、いちご東北2号が加工用

品種として有望性が確認されたので、いちご農林7号に登録され、「ふじさき」と命名普及することになった。ここに、その育成経過と特性の概要を発表する次第である。

なお、この品種の育成に当り、御指導と校閲を賜った当園芸部長森博士並びにこの品種の地方的適否・加工適否性の検定に御協力を得た関係県その他農業試験場担当官各位に対し謝意を表したい。

2. 育成経過の概要

昭和13年、農林省園芸試験場東北支場当時から継続的に実施されてきたいちご品種試験の結果にもとづいて、フェアファックス・ドルセット・プログレッシブ及びエッタースブルグの4品種の有望性が確認され、東北地方の適応品種としてすでに発表したが、これらの4品種を基本品種として新品種の育成を企画し、昭和22～23の2カ年間に当地方の在来種モナークを加えて5品種間に15組合せの人工交配を行い、その中のドルセットにエッタースブルグを交配した組合せに対して、簡易栽培に適

第1表. 永年式栽培の「ふじ

品 種 名	収 穫 1 年 目 (昭和28)				
	草 丈	葉 数	葉 長	葉 巾	花 房 数
ふ じ さ き	26.4±0.3 ^{cm}	29.8±0.7 ^枚	9.0±0.12 ^{cm}	15.4±0.2 ^{cm}	4.6±0.3 ^本
フ ェ ア フ ァ ッ ク ス	18.5±0.7	32.4±1.1	7.2±0.11	13.6±0.2	4.6±0.3
ド エ ル セ ッ ツ	23.0±0.3	30.2±1.0	7.7±0.10	13.2±0.2	6.2±0.2
エ ッ タ ー ス ブ ル グ	12.1±0.4	29.0±1.5	7.3±0.15	12.3±0.2	6.0±0.3

品 種 名	収 穫 3 年 目 (昭和30)				
	草 丈	葉 数	葉 長	葉 巾	花 房 数
ふ じ さ き	26.0±0.3 ^{cm}	62.3±1.9 ^枚	7.2±0.08 ^{cm}	12.0±0.1 ^{cm}	44.4±1.5 ^本
フ ェ ア フ ァ ッ ク ス	18.9±0.3	54.7±2.4	6.7±0.08	11.1±0.1	37.2±1.4
ド エ ル セ ッ ツ	22.8±0.3	100.0±2.3	6.4±0.07	10.7±0.1	36.1±1.6
エ ッ タ ー ス ブ ル グ	13.1±0.3	29.3±1.6	6.0±0.07	10.3±0.1	32.9±1.1

し、蒂離れ・果色がよく、酸味の多い中粒種で、耐病・多収性のものを選抜目標として育種を進めてきたが、昭和27年に、7—37の系統の優秀性が認められたので、いちご東北2号の系統名をつけ、さらに一般的特性並びに永年式・芝作り式栽培の生産力検定試験を行うとともに、関係県その他農業試験場に苗を配付して地方的適否

性の検定を行い、また青森県工業試験場に依頼して加工適否性の検定を実施してきたが、昭和35年に、これらの試験の結果から加工用品種として有望性が確認されたので、昭和35年4月、いちご農林7号に登録され、「ふじさき」と命名された。なお、この品種の育成に直接従事した職員とその担当期間は次のとおりである。

職 員 氏 名	担 当 期 間	備 考
佐々木 正三郎	昭和23年 ～昭和33年8月	現 新潟県園芸試験場長
前田 正	昭和23年 ～昭和25年3月	現 大阪種苗検査室技官
佐藤 忠弘	昭和27年 ～現在	
中川 春一	昭和32年9月～現在	

3. 特性の概要

育成品種「ふじさき」の永年式並びに芝作り式栽培の一般的特性は第1～2表のとおりである。永年式栽培は“single plant system”によるものである。葉数はドルセット・エッターズブルグの両親品種の中間性を示し、小葉 (leaflet) が大きく、葉色は濃緑色である。草型は立性で、抽出花房数が多く、高分岐性であるが、果実の発育は良好で収穫後期の果実の低下は比較的少なく、果実の揃いもよい。耐寒性は強く、“leaf spot”に対する耐病性もエッターズブルグに優り、草勢はきわめて旺盛でランナーの発生は早くて多い。3年株でもその発生量は減少しないで、子株の増殖はきわめてよいである。とくに、その発生量は第3表でも明らかなように、8月以降の生育後期でもおとろえないから、芝作り

式栽培ではこれらのランナーは剩余的に子株を発生し、その密度を著しく高め、その受光機能が阻害され、果実の肥大が低下するので、収量は一般に永年式栽培に比較して少ない。したがって、肥沃地では、“single plant system”の永年栽培に適し、芝作り式栽培では剰余ランナーの抑制方法または摘除処理などをする必要があるものと思われる。しかし開拓地などのやせ地では、自然的に適正な子株が発生するので栽培しやすく、その結果はきわめて良好である。果実はネック型で、4～7.9の中粒種で、果色は濃紅色で肉質は緊り空洞はなく、酸味に富み、蒂とりがきわめてよいので、果実の加工の形質は高いものと思われる。

4. 生産力並びに地方的適否性

1. 当園芸部の成績

さき」の一般特性 (昭28～昭31) (その1)

花 房 長	収 穫 2 年 目 (昭29)					
	草 丈	葉 数	葉 長	葉 巾	花 房 数	花 房 長
cm	cm	枚	cm	cm	本	cm
20.3±0.5	24.4±0.5	57.5±0.9	8.7±0.10	14.1±0.2	28.0±1.0	27.4±0.6
19.5±0.4	17.1±0.4	55.2±2.2	7.2±0.09	12.2±0.1	18.5±0.7	18.0±0.4
15.0±0.3	18.8±0.2	72.3±1.8	6.7±0.10	11.7±0.2	20.4±0.9	19.9±0.1
13.1±0.4	13.0±0.4	32.3±1.4	6.5±0.10	11.1±0.2	17.0±0.7	14.3±0.6

(その2)

花 房 長	収 穫 4 年 目 (昭31)					
	草 丈	葉 数	葉 長	葉 巾	花 房 数	花 房 長
cm	cm	枚	cm	cm	本	cm
26.9±0.6	19.2±0.4	68.0±4.5	5.5±0.08	9.9±0.1	26.3±1.3	24.0±0.4
19.7±0.6	11.2±0.4	60.0±1.9	4.8±0.10	8.3±0.1	16.0±1.5	14.7±0.4
22.9±0.3	14.2±0.4	93.3±2.9	4.7±0.11	8.2±0.1	29.8±1.3	14.3±0.5
14.3±0.3	10.4±0.4	29.0±1.9	5.4±0.10	9.0±0.1	16.3±1.0	12.7±0.4

(その3)

品 種 名	収 穫 1 年 目				収 穫 2 年 目				収 穫 3 年 目				収 穫 4 年 目			
	ランナー 発生量	収 穫 始 め	平 均 果 重		ランナー 発生量	収 穫 始 め	平 均 果 重		ランナー 発生量	収 穫 始 め	平 均 果 重		ランナー 発生量	収 穫 始 め	平 均 果 重	
	g	月 日	g		g	月 日	g		g	月 日	g		g	月 日	g	
ふ じ さ き	327	6.22	6.7		389	6.28	6.3		498	6.24	5.6		81	6.11	4.2	
フェアファックス	270	6.22	8.6		153	6.23	8.4		75	6.22	8.7		2	6.11	5.4	
ドルセット	393	6.22	9.3		346	6.25	8.6		149	6.22	7.1		24	6.11	5.1	
エッタースブルグ	100	6.17	6.3		192	6.10	6.2		92	6.20	5.6		16	6.7	3.3	

第2表, 芝作り式栽培の「ふじさき」の一般特性(昭31~32)(その1)

品 種 名	収 穫 1 年 目 (昭31)						収 穫 2 年 目 (昭32)					
	草 丈	葉数	葉 長	葉 巾	花房 数	花房長	草 丈	葉数	葉 長	葉 巾	花房 数	花房長
	cm	枚	cm	cm	本	cm	cm	枚	cm	cm	本	cm
ふ じ さ き	13.4±0.6	2.84	7±0.1	18.0±0.1	1.0	18.0±0.4	18.8±0.4	2.25	6±0.1	18.3±0.1	0.8	19.4±0.5
フェアファックス	16.6±0.3	4.05	5±0.2	28.4±0.2	1.2	22.4±0.1	11.6±0.1	3.55	6±0.1	18.4±0.1	0.5	13.6±0.2
ドルセット	12.6±0.5	3.34	6±0.2	27.6±0.3	1.2	16.2±0.3	14.2±0.5	3.34	4±0.1	18.0±0.2	0.7	14.8±0.4
エッタースブルグ	9.0±0.4	3.04	1±0.1	17.0±0.1	1.2	11.0±0.4	6.8±0.3	2.14	4±0.1	17.2±0.1	1.1	11.6±0.1
御 牧 ケ 原	19.1±0.1	2.57	4±0.1	13.2±0.2	0.8	20.0±0.2	21.7±0.3	2.07	6±0.1	10.3±0.1	0.5	21.9±0.3

(その2)

品 種 名	収 穫 1 年 目 (昭31)					収 穫 2 年 目 (昭32)				
	株 数	開花始め	収穫始め	収穫期間	平均果重	株 数	開花始め	収穫始め	収穫期間	平均果重
	本	月 日	月 日	日	g	本	月 日	月 日	日	g
ふ じ さ き	34	5.26	6.20	15	6.4	43	5.11	6.11	15	3.6
フェアファックス	10	5.26	6.22	15	9.1	12	5.13	6.11	21	5.2
ドルセット	26	5.21	6.20	12	7.3	20	5.10	6.11	21	5.3
エッタースブルグ	18	5.13	6.14	16	5.1	20	5.1	6.4	14	3.1
御 牧 ケ 原	6	5.20	6.22	29	5.7	8	5.12	6.22	24	5.4

注: 収穫年次は芝作り完成後のものであり, 株数は0.09m²当りである。

第3表, 「ふじさき」並びにフェアファックスの時期別ランナー発生量(昭27)

調査期日	秋 植 結 実		春 植 摘 花		調査期日	秋 植 結 実		春 植 摘 花	
	ふじさき	フェアファックス	ふじさき	フェアファックス		ふじさき	フェアファックス	ふじさき	フェアファックス
	本	本	本	本		本	本	本	本
月 日					月 日				
6. 1	12.1	0.6	4.5	1.0	8. 15	24.3	14.4	10.4	40.0
6. 15	20.4	2.9	18.1	4.8	8. 31	16.6	6.0	11.2	19.4
7. 1	7.8	3.7	65.4	30.0	9. 15	21.2	1.7	17.4	8.3
7. 15	4.1	3.7	20.7	18.7	9. 30	8.9	0.4	10.3	1.0
7. 31	25.9	11.9	9.3	18.4	合 計	141.3	45.3	167.3	141.6

L.S.D 5% 34.3
1% 79.9

第4表, 永年式栽培による生産力検定試験成績(その1)

品 種 名	収 穫 1 年 目 (昭28)				収 穫 2 年 目 (昭29)			
	株 当 り 個 数	10a 当 り 収 量	対 標 比	腐敗果率	株 当 り 個 数	10a 当 り 収 量	対 標 比	腐敗果率
	個	kg	%	%	個	kg	%	%
ふ じ さ き	81.5	1,970	112.8	4.6	116.4	2,640	121.0	14.3
フェアファックス	56.1	1,740	100.0	6.0	72.4	2,180	100.0	9.0
ドルセット	32.4	1,080	62.2	4.5	48.6	1,500	68.8	12.0
エッタースブルグ	39.0	880	50.4	4.3	64.2	1,430	65.5	8.4
L S D 5 %	14.8	270	—	—	15.6	420	—	—

(その2)

品 種 名	収 穫 3 年 目 (昭30)				収 穫 4 年 目 (昭31)			
	株 当 り 数	10 ^a 当 り 量	対 標 比	腐 敗 果 率	株 当 り 数	10 ^a 当 り 量	対 標 比	腐 敗 果 率
ふじさき エルファックス L S D 5 %	個	kg	%	%	個	kg	%	%
	55.4	1,120	167.2	19.7	74.9	1,130	159.1	11.2
	21.4	670	100.0	22.8	36.6	710	100.0	17.5
	15.6	400	59.7	26.6	43.8	810	113.6	15.1
	18.2	370	54.8	18.4	33.2	390	55.1	15.2
	9.2	250	—	—	16.0	320	—	—

第5表. 芝作り式栽培による生産力検定試験成績

品 種 名	収 穫 1 年 目 (昭31)				収 穫 2 年 目 (昭32)				収 穫 1 年 目 (昭34)			
	プロット 当り個数	10 ^a 当 り収量	対標比	腐敗 果率	プロット 当り個数	10 ^a 当 り収量	対標比	腐敗 果率	プロット 当り個数	10 ^a 当 り収量	対標比	腐敗 果率
ふじさき エルファックス 御平	個	kg	%	%	個	kg	%	%	個	kg	%	%
	325	1,500	164.3	17.2	437	1,140	219.3	12.9	408	1,390	272.8	—
	119	780	85.4	26.5	336	1,250	240.0	16.7	109	510	100.0	—
	107	560	61.5	38.5	381	1,460	280.0	19.2	—	—	—	—
	273	1,010	110.0	14.6	239	530	101.0	19.4	—	—	—	—
牧 原 均	224	910	100.0	28.8	134	520	100.0	19.5	—	—	—	—
	210	950	104.3	25.1	305	980	188.4	17.5	259	950	186.4	—

LSD 1%

540

第6表. 配付先の試作成績

試 験 地	収穫 年次	収 量	ふじさき	比較品 種 量	比 較 品 名	試験年次	栽植距離
青 森 県 農 試	1	10 ^a 当り 収 量 比	433.4 ^{kg} 109.4	401.0 ^{kg} 100.0	フェア アックス	1956	cm cm 75×30
	2	10 ^a 当り 収 量 比	847.2 217.0	390.5 100.0	"	1957	"
宮 城 県 農 試	1	10 ^a 当り 収 量 比	606.5 139.0	436.3 100.0	"	1956	"
北 海 道 農 試 岩 宇 試 験 地	1	10 ^a 当り 収 量 比	729.0 2,278.1	32.0 100.0	"	1955	60×30
	2	10 ^a 当り 収 量 比	1,055.0 207.5	508.5 100.0	"	1956	"
	3	10 ^a 当り 収 量 比	936.0 149.8	625.0 100.0	"	1957	"
長 野 県 農 試	1	10 ^a 当り 収 量 比	908.2 105.0	881.5 100.0	春光2号	1956	"
桔 梗 ケ 原 分 場	2	10 ^a 当り 収 量 比	1,173.1 113.0	1,037.8 100.0	"	1957	"
平 均		10 ^a 当り 収 量 比	836.7 155.2	539.1 100.0			

(1) 永年式 (single) 栽培の生産力

当園芸部で、昭和28～31の4カ年間永年式(single)栽培によって生産力を検定した結果は第4表のようである。

この試験は、"single plant system"による永年式栽

培の標準耕種法によって4カ年間連続的に栽培を行ったもので、収穫期はだいたい6月中旬～7月中旬の約30日間調査したものである。この栽培様式による「ふじさき」の収量はいずれの収穫年次とも著しく高く、有意的な差

第7表. ジャ ム 加 工 試 験 成 績 (その1)

品 種 名		供 試 原 料									
		調製歩止り	P	H	R	M	酸 (クエン酸)	直 糖	全 糖	ペクチン	
ふ エ 御	じ ア 牧	さ ア ケ	き ス 原	94.0	3.40		5.6	1.277	3.125	3.636	0.319
				94.4	3.58		6.3	1.034	4.339	5.173	0.377
				83.7	3.42		6.2	1.115	—	—	0.288

(その2)

品 種 名	製 品							
	濃 縮 率	R	M	果粒の大小	果粒とシラップの分離	ゼリー化 程 度	色	沉 澱
ふ エ 御	75.4	6.9		適 当	あ る	適 当		良
	81.8	6.8		中 適	"	中 適		中 良
	63.7	6.6		適 当	"	適 当		良

注：RMは屈折糖度計による糖度である。

異があり、当地方の代表的品種フェアファックスに比較して、それぞれ、13・21・27・59%と増加し、その4カ年平均では40%増収している。とくに収穫後年次の3～4年の結果が優秀で、その能力をよく発揮している。

(2) 芝作り式 (mat) 栽培の生産力

昭和30～31の2カ年間の生産力検定試験の結果は第5表のとおりである。この結果は、昭和28年10月に定植して翌年収穫した後に発生したランナーを自然放置のままその子株を発生させて、いわゆる “matted bed” を作成して調査したものであるが、収量は一般に永年式栽培に比較してやや劣るが、これは子株の発生密度が著しく高かったことによるものと思われるが、生育は旺盛で、収量は比較品種御牧ヶ原に比較してそれぞれ、64・119%多く、その2カ年平均では92%増加し、きわめて多収性の品種であることがわかる。

2. 配付先の試作成績

昭和27年度から育成系統の苗を、関係県その他の農業試験場に配付して地方的適応性の検定を行った。その結果の報告をうけた4道県の成績は第6表のようである。比較品種は試作各県の奨励品種を供用し、一般的栽培様式を原則としたが、宮城県は普通栽培様式により、その他は “single plant system” の永年式栽培によって試験した。その結果では、“ふじさき”の収量はいずれの試作地でも高く、その平均増収率は55.2%に達し、とくに北海道農業試験場岩宇試験地の密植永年式栽培の試験では著しく増収性を示し、比較品種より明らかに多収性である。

5. 加工適否性

昭和29年から青森県工業試験場に依頼してジャム加工の適否性を検定してきたが、その中、昭和34年度の結果は第7表のようである。「ふじさき」はジャムとしてはフェアファックスに比較して製品収率（濃縮率）はやや劣るが、ゼリー化の程度・果粒の大きさ及び色上りなどは良好で、ジャム加工性は高い。

6. 適 応 地 帯

当園芸部並びに関係県、その他農業試験場での地方的適否性検定試験の結果から明らかなように、新品種「ふじさき」は加工専用種で、北海道・東北各県などの寒冷地帯に適するが、草勢はきわめて強く、永年式または芝作り式栽培などの粗放的な簡易栽培に適し、収量はきわめて高いので、今後これらの地方での畑作地帯のいちご加工原料生産の簡易栽培として相当普及するものと思われる。

7. 考 察

従来、加工原料は青果用のくず果または生産過剰などの従的な生産物が利用されてきたので、加工業の発展を著しく阻害していた。将来加工業の発達を促進するには、加工適応品種の育成並びに加工専用栽培によって、加工製品の品質の向上・生産費の低減をはかることが重要である。いちごの育苗では、環境条件とくに日長・温度などに著しく敏感であるから、その地域の環境適応性の品種を育成しなければならない。米国では環境適応性の解析の問題が早くからとりあげられ、Darrow (1934) は Howard 17 などの品種を長日適応性の寒地型品種とし、Missionary などの品種を短日適応性の暖地型品

種として分類して、それぞれ地方的適応性品種が普及栽培されているが、わが国ではこのような品種の分化はなく、東北地方のいちご栽培は、米国北方品種のフェアファックス・ドルセット・プログレッシブ及びエッタースブルグなどの導入普及によって、ようやく発展のきざしをみせてきたが、東北地方の品種育成の重要性から導入品種の特性並びに生産力検定の結果、前者の2品種は“dessert”用、後者の2品種は加工用に適することが明確になったので、昭和22年からこれらの4品種を基本に、東北地方に適応する青果用並びに加工用の優良品種の育成が企画実施され、新品種「ふじさき」が育成された。この新品種はエッタースブルグ（野生種 *Fragaria chiloensis* (L.) Duch. の諸形質を継ぐ）の耐病性・加工的品质などの優良形質を保有し、永年式並びに芝作り式の簡易栽培によく適応し、果実の加工性が高く、かつエッタースブルグの低位生産性が改良され、きわめて多収性で、寒冷地帯によく適応する。A. F. ETTER の育成品種群は育種素材として米国・カナダなどで広く活用され、多くの新品種が育成されているが、Howard 17 とともに優良交配親として注目されている。「ふじさき」は ETTER の育成品種を交配親として育成したわが国では最初の品種であるが、今後の育種素材として相当期待されている。

8. 摘 要

1. 東北地方に適する青果並びに加工用の品種育成を目的として、昭和22～23の2カ年間にフェアファックス外4品種間に15組合せの交配を行ない、その中、ドルセットとエッタースブルグの組合せについて優良個体の選抜・系統の育成をはかり、昭和35年4月、いちご農林7号に登録され、「ふじさき」と命名された。その特性の概要は次のとおりである。

2. 草勢はきわめて旺盛で、小葉(leaflet)が大きく、葉色は濃緑色である。草型はやや立性で、ランナーの発生が多い。

3. 果実はネック型で、4～7gの中粒種で、果色は濃紅色で肉質は緊り、空洞はなく、酸味に富み、蒂とりがきわめてよいので、果実の加工の形質が高い。

4. 収量は永年式栽培では10a当り4カ年平均1,720kgで、フェアファックスに対して40%の増収であり、芝作り式栽培では10a当り2カ年平均1320kgで、御牧ヶ原に対し92%の増収である。

5. ジャム製品収率はフェアファックスに比較してやや少ないが、ゼリー化のていど・果粒の大きさ及び色上りなどは良好で、加工性が高い。

6. 適応地帯は、北海道・東北地方及びその他の寒冷地帯などの簡易栽培に適する。

7. ランナーの発生がきわめて旺盛であるから、肥沃地では永年式栽培に適し、開拓地などのやせ地では芝作り式栽培に適する。

Résumé

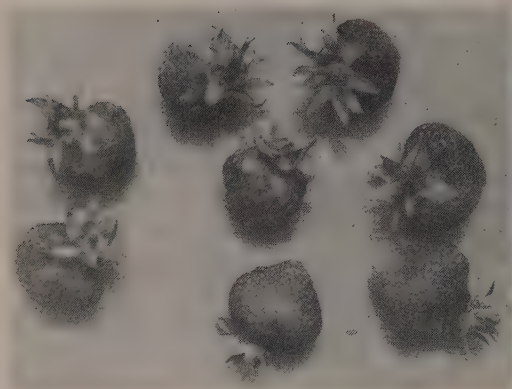
1. During the 1947 to 1948, 15 crosses including Fairfax and four varieties were made at Horticultural Division aimed obtaining a variety for marketing and canning which adapted to Tōhoku and other cooler climatic districts. Out of these crosses, the Fujisaki variety was bred from a cross of Dorsett × Ettersburg, and were made trials of productivity and regional adaptability in other districts. This variety registered as the strawberry Nōrin No. 7 and was introduced commercially under the name of “Fujisaki” in 1960.

2. Characteristics : plant growth, vigorous ; leaflets, large; leaf color, dark green; growth habit, erect ; runner produce very freely. Fruit-form, blunted conic with a neck ; size, medium to small (4—7g) ; fruit color, deep red ; texture, firm, with no cavity ; flavor, acid ; calyx, easy to pick. With respect of canning, this variety has more desirable characters than Fairfax.

3. Yields : The total average yield of 1953-1956 trials was 1720kg per 10a in single-row growing and gave about 40 per cent more yields than of Fairfax. In 1955-1956 trials it was 1320 kg per 10 a in matted-row growing and 92 per cent more yields than that of Mimakigahara.

4. This variety is suitable to the permanent fruiting planting in Hokkaidō, Tōhoku and other cooler climatic districts. As it produce runners very freely, it is adapted to the single-row growing under the rich soil condition, and to the matted-row growing under the poor soil condition (e. g. reclaimed land).

いちご加工用新品種「ふじさき」
New canning strawberry variety, "Fujisaki"



第1図. 「ふじさき」の果形



第2図. 「ふじさき」芝作り式栽培の状況
(青森県五所ヶ原七和)



第3図. 「ふじさき」の永年式栽培の草姿と結実状態



第4図. 「ふじさき」の芝作り式栽培の草姿と結実状態

甘藍東北1号・同2号の育成経過並びに特性

中 川 春 一・佐 藤 勇

上 村 昭 二・逸 見 俊 五

New cabbage varieties, Tōhoku No. 1 and Tōhoku No. 2

Haruichi NAKAGAWA, Isamu SATO,

Shōji KAMIMURA and Shungo HENMI

1. 緒 言

東北の甘藍は白菜とともに出荷用または越冬用蔬菜として重要なもので、昭和34年度農林省作物統計書によれば、その栽培は4,230haに達している。栽培様式は春播(2,820ha)・秋播(1,410ha)によっているが、東北南部の福島・宮城両県は秋播栽培が多く、青森・岩手・秋田及び山形の諸県は春播栽培が多い。春播栽培の主体は南部系統であるが、この品種は不良環境及び病虫害に対しては抵抗性が強く栽培はよいので、耐寒性並びに貯蔵性が高く、冬期間の貯蔵野菜としては東北・北海道などの寒冷地帯では重要な品種であるが、品質が悪いので市場性は不安定である。したがって、1946年に農林省古川農事改良実験所岩沼試験地が設置されると同時に、南部種の品質の改良に重点をおいて育種を開始し、同試験地並びに当場園芸部で継続実施してきたが、1953年南部種の交配親育成の過程で育成した甘藍東北1号及び同2号は、地方的適否性検定の結果、青森・岩手及び秋田の各県で春播栽培様式でそれぞれよい結果を示し、また、夏播雪中栽培用品種としてもその有望性が確認されたので普及することにした。ここにその育成経過と特性の概要を発表する次第である。

なお、この育成試験の実施に当り、御指導と校閲を賜った森園芸部長並びにこの品種の地方的適否性試験の実施について御協力を得た関係県・その他農業試験場担当官各位に対し謝意を表わしたい。

2. 育成経過概要

1949年農林省古川農事改良実験所岩沼試験地で、岩手県南部甘藍共進会の際、優秀母株の分譲を受けた1個体(系統)並びに岩手県沼宮内町久保源吉氏から分譲を受けた系統に対し、同試験地並びに当場園芸部で系統分離を

行ない、1953年自殖第3代で育成した2系統は実用的形質の純度が高く良好な成績を示したので、1955年これらの系統に対し特性並びに生産力の検定を行うとともに、試作希望県に種子を配付して試作した。この結果有望性が認められたので甘藍東北1号及び同2号の系統名をつけ、その後継続して特性・生産力並びに雪中栽培の適応性などの検定を行ない、また一方関係県その他の農事試験場に依頼して地方的適否性の検定を行ってきたが、1960年これらの系統は従来の南部種に比較して優れた点が多く、とくに雪中栽培に適應する特異性があり、東北北部・北海道などではその実用的価値も高いものと思われたので、一応系統名で普及することにした。

3. 一般的特性

育成系統の甘藍東北1号及び同2号の一般特性は第1表のとおりである。甘藍東北1号は当場園芸部育成系統の南部甘藍の中ではもっとも早生で、葉は濃緑色を呈し、結球の緊度はよく、球形は腰高の扁円で、球重は2kg内外である。品質は良好で肉質は軟く、南部甘藍特有の硬さはない。収穫期が遅れても裂球しにくく、貯蔵・輸送性がある。甘藍東北2号は同1号よりやや晩く中早生種である。葉は緑色を呈し、球の聚りはよく球重は甘藍東北1号よりやや大きく2.6kg内外である。品質はよく多収性で、貯蔵・輸送性がある。また両品種とも耐寒・越冬性が強いので、6月下旬～7月上旬播種の雪中栽培として3～4月収穫に適する。

4. 耐病性(軟腐病)

1956・1957及び1958の3カ年間当場園芸部の自然環境下に発生した軟腐病の罹病率は第2表のとおりである。この結果から明瞭のように年次によってかなりの変異はあるが、両育成系統とも比較品種に対していずれの年でも

第1表. 育成系統の主要特性(その1)

品 種 名	草勢	葉色	所要 日数	球 重		外 葉 数		球 葉 数		球 縦 径	
				M ± SE	比率	M ± SE	比率	M ± SE	比率	M ± SE	比率
東北1号	中上	濃緑	120	2.19±0.59 ^{kg}	112.3%	18.4±0.29 ^枚	99.4%	47.2±0.93 ^枚	98.5%	13.8±0.19 ^{cm}	102.9%
東北2号	上	中	127	2.59±0.89	132.7	18.8±0.36	101.6	49.8±1.04	103.9	14.4±0.25	107.4
サクセッ ション	中上	中	117	1.95±0.74	100.0	18.5±0.55	100.0	47.9±0.95	100.0	13.4±0.31	100.0

(その2)

品 種 名	球 横 径		葉 長		葉 巾		芯 長		芯 重 量	
	M ± SE	比率	M ± SE	比率	M ± SE	比率	M ± SE	比率	M ± SE	比率
東北1号	20.8±0.21 ^{cm}	87.7%	40.4±1.05 ^{cm}	95.0%	40.8±0.65 ^{cm}	105.1%	8.6±0.16 ^{cm}	91.4%	67.7±1.93 ^g	105.9%
東北2号	21.8±0.31	91.9	44.7±0.73	105.1	43.2±0.73	111.3	8.9±0.33	94.6	64.5±2.67	100.9
サクセッ ション	25.3±0.34	100.0	42.5±1.04	100.0	38.8±0.90	100.0	9.4±0.25	100.0	63.9±2.43	100.0

注：所要日数は播種から収穫までとする。

第2表. 育成系統の軟腐病耐病性調査成績

品 種 名	1956		1957		1958		3 カ 年 平 均	
	罹 病 率	比 率	罹 病 率	比 率	罹 病 率	比 率	罹 病 率	比 率
東 北 1 号	7.5%	75.0%	10.0%	69.9%	8.3%	90.2%	8.6%	89.5%
東 北 2 号	6.3%	63.0%	10.0%	69.9%	8.3%	90.2%	8.2%	85.4%
サクセッ ション	10.0%	100.0%	14.3%	100.0%	9.2%	100.0%	9.6%	100.0%

罹病率は少ない。ことに3カ年の平均成績では、甘藍東北1号は10.5%、同2号は約14.6%で罹病率は少く、軟腐病に対する耐病性は両系統とも明かに強い。また配付先の1956～1958の3カ年間の軟腐病罹病率は第3表のとおりである。この結果によると、年次または試験地によって

発病のていどに変異はあるが、甘藍東北1号は当場園芸部の成績とだいたい同一傾向を示しているが、甘藍東北2号はやや高くなっている。罹病率は甘藍東北1号は比較品種より18.8%低く、同2号は1.9%高くなっている。

第3表. 配付先の育成系統の軟腐病耐病性調査成績

試 作 地	東 北 1 号 罹 病 率				東 北 2 号 罹 病 率				比 較 品 種 罹 病 率			
	1956	1957	1958	平 均	1956	1957	1958	平 均	1956	1957	1958	平 均
青森県農試	10.9	54.7	8.5	24.7	13.7	37.5	13.7	21.6	11.5	52.1	14.7	21.2
岩手県農試	50.0	—	0	25.0	70.0	—	0	35.0	60.0	—	0	30.0
秋田県農試	1.0	—	—	1.0	2.0	—	—	2.0	1.0	—	—	1.0
宮城県農試	3.0	15.0	36.4	18.1	6.0	10.0	39.1	18.4	4.0	10.0	41.7	18.6
山形県農試	2.3	—	—	2.3	7.3	—	—	7.3	6.0	—	—	6.0
福島県農試	13.2	34.9	11.2	12.8	19.8	23.8	13.2	15.6	16.5	31.1	14.1	15.3
平 均 比 率	81.2	112.2	79.4	83.6	120.0	76.5	93.6	101.9	100.0	100.0	100.0	100.0

注：比較品種は青森県農試は長岡交配1号、岩手県農試は南部D型、岩手県農試南部試験地は黒葉サクセション、秋田県農試及び同大館分場は南部、宮城県農試は渡辺成功1号及び福島県園試はマサゴ3季である。

5. 生産力

当場園芸部の標準栽培によって1956～1958の3年間行なった生産力検定試験の結果は第4表のとおりである。中生種のサクセションに比較して甘藍東北2号は15.1%、同2号は28.9%増加し、中早生種の葉深に比較して甘藍東北1号は19.6%、同2号は33.4%増収し、生産力検定の年次結果から見て安定性の高いことが窺われる。

なお、配付先の地方的適否性検定は1956～1958の3年間各県の標準耕種法によって行われたが、その結果は第5表のとおりである。これらの育成系統は各試作地の

県の奨励品種と比較したものであるが、宮城県農試・福島県園試などではやや劣っているが、青森県農試・岩手県農試・岩手県農試南部試験地・秋田県農試及び秋田県農試大館分場ではいずれも増収を示し、その増加率は甘藍東北1号では1.6～34.8%、同2号では0.1～65.9%である。また全試作地の平均増加率は甘藍東北1号では10.9%、同2号では24.1%であって、比較品種に対して多収性を示している。

6. 雪中栽培の適応性

育成系統の雪中栽培適応性の検定は、6月20日と7月1日の2回に播種して、根雪前の結球状態並びに2月17

第4表. 育成系統の収量(10a当り)調査成績

品 種 名	1 9 5 6			1 9 5 7			1 9 5 8			3 カ 年 平 均		
	重 量	対サ比	対葉比	重 量	対サ比	対葉比	重 量	対サ比	対葉比	重 量	対サ比	対葉比
東 北 1 号	5,457.3	115.2	124.2	6,730.7	126.0	133.7	6,164.5	100.5	101.1	6,117.5	113.9	119.6
東 北 2 号	5,995.5	126.6	136.4	6,837.0	128.0	135.8	7,811.1	127.3	128.1	6,881.2	127.3	133.4
サクセション	4,734.9	100.0	107.0	5,033.1	100.0	106.0	6,093.6	100.0	100.6	5,173.4	100.0	104.5
葉 深	4,393.4	92.7	100.0	5,338.7	94.2	100.0	6,133.1	99.3	100.0	5,402.2	95.4	100.0

注：対サ比はサクセション，対葉比は葉深に対する比率である。

第5表. 配付先の育成系統の収量(10a当り)調査成績

試 験 地	収 量	東北1号	東北2号	比較品種	同 品 種 名	試 験 年 度
青 森 県 農 試	10a当り(kg) 比 率(%)	5,545.3 134.8	6,826.8 165.9	4,113.0 100.0	長 岡 交 配 1 号	1956・1957・1958
岩 手 県 農 試	10a当り(kg) 比 率(%)	6,545.6 109.8	7,819.6 131.1	5,960.7 100.0	南 部 D 型	1956・1957・1958
岩手県農試南部試験地	10a当り(kg) 比 率(%)	3,882.6 101.6	3,832.5 100.3	3,820.5 100.0	黒葉サクセション	1956・1958
秋 田 県 農 試	10a当り(kg) 比 率(%)	4,209.4 104.9	4,014.4 100.1	4,010.6 100.0	南 部	1956・1957
秋田県農試大館分場	10a当り(kg) 比 率(%)	1,669.7 107.8	1,577.3 101.9	1,547.8 100.0	南 部	1958
宮 城 県 農 試	10a当り(kg) 比 率(%)	1,905.5 70.1	2,647.3 97.4	2,716.8 100.0	渡 辺 成 功 1 号	1956・1957・1958
山 形 県 農 試	10a当り(kg) 比 率(%)	5,184.0 —	6,048.0 —	— —	—	1956
福 島 県 園 試	10a当り(kg) 比 率(%)	1,989.5 89.0	1,841.5 82.4	2,234.0 100.0	マ サ ゴ 3 季	1956・1958
平 均	10a当り(kg) 比 率(%)	3,866.4 110.9	4,325.9 124.1	3,486.2 100.0		

注：この成績は試作年数の平均成績である。

日(積雪1m)・3月17日(積雪50cm)及び4月17日(融雪)の3回に調査した。結球の進度は両育成系統とも進んでいるが、とくに甘藍東北1号は早い。その成績は

第6表. 育成系統雪中栽培の根雪前の結球状態
(12月10日調査)

播種期	品 種 名	未結球	結球始	半結球	軟結球	8分結球
		%	%	%	%	%
6月20日	東 北 1 号	0	0	0	5.7	94.3
"	東 北 2 号	0	0	0	9.4	90.6
"	ニューオレゴン	0	0	5.4	23.2	71.4
"	長岡交配四季穫	0	0	7.4	10.9	81.8
7月1日	東 北 1 号	0	0	3.6	10.7	85.7
"	東 北 2 号	0	0	7.1	14.3	78.6
"	ニューオレゴン	0	0	8.9	17.9	73.2
"	長岡交配四季穫	0	0	8.9	10.9	80.4

第6〜7表のようである。2月17日の調査では、比較品種長岡交配四季穫は6月20日播で26.6%、7月1日播で18.8%腐敗したが、他の品種では罹病株は認められない。10a当りの収量は、6月20日播・7月1日播とも長岡交配四季穫に比較して甘藍東北1号は17.9〜22.3%及び同2号は10.2〜17.1%、ニューオレゴンに比較して甘藍東北1号は21.7〜23.7%及び同2号は9.6〜22.9%の増収を示している。3月17日の調査では長岡交配四季穫は6月20日播で25.9%、7月1日播で29.6%腐敗したが、他の3品種は5.6〜11.1%腐敗の範囲である。10a当りの収量は、6月20日播・7月1日播とも長岡交配四季穫に比較して甘藍東北1号は7.6〜8.5%及び同2号は18.1〜25.5%、ニューオレゴンに比較して甘藍東北1号は7.2〜14.3%及び同2号は23.9〜25.1%の増収を示して

第7表. 育 成 系 統 の 雪 中 栽

(1) 2月17日調査区		総 重	球 重	球 葉 数	球 縦 径
		M ± SE	M ± SE	M ± SE	M ± SE
6月20日播		kg			
東 北 1 号		3.058 ± 0.23	2.202 ± 0.19	51.2 ± 1.52	13.5 ± 0.61
東 北 2 号		2.854 ± 0.23	2.072 ± 0.16	44.6 ± 2.29	12.7 ± 0.45
ニューオレゴン		2.887 ± 0.19	1.892 ± 0.12	45.2 ± 2.60	13.2 ± 0.42
長 交 四 季 穫		3.106 ± 0.18	2.561 ± 0.16	56.0 ± 2.64	15.1 ± 0.42
7月1日播		kg			
東 北 1 号		2.924 ± 0.24	2.302 ± 0.19	49.8 ± 0.94	12.4 ± 0.50
東 北 2 号		2.874 ± 0.19	2.285 ± 0.15	46.4 ± 2.15	13.7 ± 0.53
ニューオレゴン		3.111 ± 0.24	2.042 ± 0.18	54.2 ± 2.73	15.1 ± 0.60
長 交 四 季 穫		2.967 ± 0.16	2.403 ± 0.13	54.8 ± 0.98	16.0 ± 0.98
(2) 3月17日調査区		cm			
6月20日播		kg			
東 北 1 号		2.569 ± 0.16	2.013 ± 0.14	51.4 ± 3.13	12.0 ± 0.30
東 北 2 号		2.782 ± 0.23	2.300 ± 0.16	50.0 ± 2.33	13.6 ± 0.75
ニューオレゴン		2.377 ± 0.22	1.840 ± 0.24	49.6 ± 2.95	13.9 ± 0.46
長 交 四 季 穫		2.660 ± 0.29	2.290 ± 0.23	49.2 ± 2.28	13.3 ± 0.47
7月1日播		kg			
東 北 1 号		2.440 ± 0.20	2.022 ± 0.19	41.8 ± 2.18	12.6 ± 0.23
東 北 2 号		2.713 ± 0.26	2.200 ± 0.23	43.8 ± 2.09	12.4 ± 0.39
ニューオレゴン		2.596 ± 0.22	1.864 ± 0.19	43.6 ± 1.38	13.8 ± 0.49
長 交 四 季 穫		2.839 ± 0.27	2.498 ± 0.18	48.6 ± 2.45	13.6 ± 0.37
(3) 4月17日調査区		cm			
6月20日播		kg			
東 北 1 号		—	2.070 ± 0.17	65.2 ± 4.10	14.5 ± 1.17
東 北 2 号		—	2.056 ± 0.13	66.8 ± 3.30	12.9 ± 0.69
ニューオレゴン		—	1.800 ± 0.17	63.6 ± 4.19	14.6 ± 0.79
長 交 四 季 穫		—	2.458 ± 0.20	60.2 ± 2.45	15.5 ± 0.38
7月1日播		kg			
東 北 1 号		—	2.239 ± 0.21	54.2 ± 1.40	14.3 ± 0.63
東 北 2 号		—	2.065 ± 0.16	59.0 ± 3.48	14.7 ± 0.57
ニューオレゴン		—	1.855 ± 0.16	54.4 ± 1.96	14.4 ± 0.41
長 交 四 季 穫		—	1.600 ± 0.37	52.0 ± 1.96	13.3 ± 0.72

注：4月17日調査区は外葉腐敗のため総重は調査しない。長交四季穫は長岡交配四季穫を示す。

いる。4月17日調査では融雪後約2週間を経過している
ので腐敗率も高く、長岡交配四季穫は6月20日播で46.3
%及び7月1日播で37.0%、他の品種は16.7~22.2%の
腐敗率を示している。10a当りの収量は6月20日播・7
月1日播とも長岡交配四季穫に比較して甘藍東北1号は
19.8~132.8%及び同2号は24.6~119.4%、ニューオレ
ゴンに比較して甘藍東北1号は10.7~16.1%及び同2号
は2.7~15.5%の増収を示している。

以上3回に亘って調査した結果では、いずれの時期で
も比較品種に対して生産力が高く、当地方のように積雪
期間の長い地帯の雪中栽培に適應する。しかし、収穫期
はおくれるにしたがって腐敗率は高く、生産量を減少す
る。これらの関係から収穫期の限界はだいたい4月中旬
ころと推定される。

7. 摘 要

1. 南部の在来種から系統分離育種によって育成され
た系統で、その特性の概要は次のようである。

2. 甘藍東北1号は早生種で葉は濃緑色、結球の緊度
はよく球形は腰高の扁円で、品質はよく貯蔵・輸送性が
ある。

3. 甘藍東北2号は中早生種で、葉は緑色、品質・球
の緊りともよく、球重は同1号よりやや大きく、多収性
で貯蔵・輸送性がある。

4. 適応性は現在南部種が栽培されている東北北部の
寒冷地帯の春・夏播栽培並びに積雪地帯の雪中栽培に適
する。

培 の 特 性 並 び に 収 量

球 横 径 M ± SE	芯 長 M ± SE	芯 巾 M ± SE	芯 重 量 M ± SE	腐敗率 %	10a 当り 収 量	
					収 量 kg	比 率 %
21.7 ± 1.06	9.8 ± 0.25	3.6 ± 0.16	72.0 ± 10.22	0	6,624.0	122.3
21.5 ± 1.40	7.8 ± 0.35	3.4 ± 0.17	48.0 ± 5.84	0	5,967.4	110.2
19.2 ± 0.72	9.3 ± 0.33	4.5 ± 0.13	90.0 ± 10.49	0	5,448.9	100.6
20.6 ± 0.49	9.8 ± 0.33	4.5 ± 0.13	114.0 ± 3.99	26.6	5,413.7	100.0
21.1 ± 0.85	7.9 ± 0.69	3.8 ± 0.28	68.0 ± 10.22	0	6,629.8	117.9
20.4 ± 1.13	7.9 ± 0.52	3.9 ± 0.17	62.0 ± 10.17	0	6,580.8	117.1
19.4 ± 0.88	10.1 ± 0.54	4.5 ± 0.22	120.0 ± 16.42	0	5,293.4	94.2
19.3 ± 0.98	9.1 ± 0.99	3.8 ± 0.10	92.0 ± 7.36	18.8	5,619.6	100.0
21.7 ± 0.57	10.1 ± 1.28	3.4 ± 0.13	83.2 ± 9.43	9.3	5,257.5	107.6
22.4 ± 0.88	7.9 ± 0.25	3.4 ± 0.19	64.0 ± 6.38	7.4	6,133.8	125.5
18.8 ± 1.07	9.9 ± 0.67	4.3 ± 0.29	108.1 ± 18.83	7.4	4,907.1	100.4
20.0 ± 0.83	8.6 ± 0.38	3.8 ± 0.20	83.5 ± 10.66	25.9	4,887.0	100.0
20.9 ± 0.81	8.6 ± 0.58	2.9 ± 0.12	65.0 ± 6.12	5.6	5,497.3	108.5
22.5 ± 0.91	7.7 ± 0.87	2.9 ± 0.16	60.0 ± 11.47	5.6	5,981.2	118.1
18.7 ± 0.80	10.4 ± 0.45	3.4 ± 0.21	103.2 ± 6.78	11.1	4,772.4	94.2
20.8 ± 0.81	8.6 ± 0.53	3.5 ± 0.29	89.0 ± 7.94	29.6	5,064.7	100.0
20.3 ± 0.76	11.8 ± 0.53	3.3 ± 0.22	86.0 ± 12.05	22.2	4,638.1	119.8
20.6 ± 0.54	9.7 ± 0.46	3.2 ± 0.08	68.0 ± 7.99	18.5	4,826.5	124.6
17.1 ± 1.20	11.6 ± 0.39	3.9 ± 0.09	134.0 ± 10.31	18.5	4,224.9	109.1
21.1 ± 0.47	10.4 ± 0.29	3.8 ± 0.09	102.0 ± 3.73	46.3	3,872.4	100.0
19.7 ± 1.13	12.1 ± 0.30	3.5 ± 0.26	108.0 ± 13.52	18.5	5,255.6	232.8
22.2 ± 0.79	10.9 ± 0.42	3.1 ± 0.19	80.0 ± 4.46	16.7	4,954.0	219.4
18.1 ± 0.60	11.3 ± 0.47	3.9 ± 0.25	140.0 ± 17.0	16.7	4,894.0	216.7
17.6 ± 1.54	9.7 ± 0.52	3.3 ± 0.22	94.0 ± 17.18	37.0	2,257.8	100.0

Résumé

The new varieties of cabbage, Tōhoku No. 1 and Tōhoku No. 2 were bred at the Horticultural Division, Tōhoku Nat. Agr. Expt. Sta. by the pedigree method of breeding from the variety Nanbu which has been cultivated in Iwate Pref.

Their characteristics are as follows:

1. Tōhoku No. 1 is an early-season variety. The leaf color is dark green, head is very hard, interior texture is very compact, and head shape is somewhat flattened globular and very uniform. This variety is excellent in quality and suitable for storage and shipping.

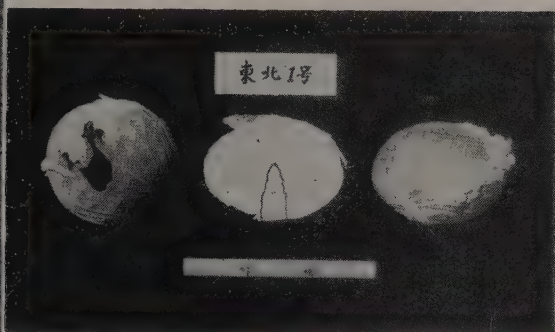
2. Tōhoku No. 2 is an early midseason variety. The leaf color is green, head is very hard, interior texture is very compact, quality is excellent. The head size is larger than that of Tōhoku No. 1. This variety is high in productivity, in storage quality and in shipping quality.

3. Both varieties are well suitable for the spring and summer sowing in the northern parts of Tōhoku district and other cooler regions where the variety Nanbu is grown at present. In these districts, they are also desirable varieties as a Setchū growing cabbage-winter or early spring crop maturing in winter or very early spring under the snow. Both of these varieties are superior in many respects to the variety Nanbu.

育成系統 甘藍東北1号
New cabbage variety, "Tōhoku No.1"



第1図. 結球状態

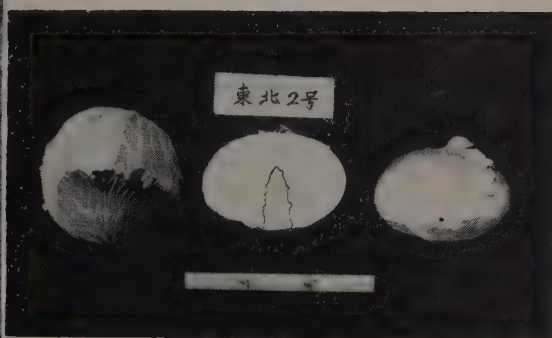


第2図. 球形

育成系統 甘藍東北2号
New cabbage variety, "Tōhoku No.2"



第1図. 結球状態



第2図. 球形

昭和35年12月20日印刷

昭和35年12月25日発行

編集兼発行者

東北農業試験場

盛岡市下厨川

印刷所

株式会社 杜陵印刷

盛岡市松尾前57

TEL. ㊟5260~3
